

Groepscommunicatie met een mobiele gids in een museum

Thesis voorgedragen tot het behalen van de graad van licentiaat in de
informatica / doctorandus in de kennistechnologie, afstudeervariant
multimedia / informatica

Joren Crauwels
Ron Pooters

Promotor: Prof. dr. Karin Coninx
Academiejaar 2004 - 2005

3 juni 2005

Samenvatting

Musea zijn voortdurend op zoek naar mogelijkheden om de ervaringen van hun bezoekers te verbeteren. Hiervoor wordt steeds meer en meer beroep gedaan op technologische oplossingen en vernieuwingen. Zo zijn er reeds verschillende systemen in omloop waarbij gebruikers een museum bezoeken geassisteerd door een mobiel apparaat (bijvoorbeeld een PDA). Deze mobiele apparaten zijn echter losse entiteiten die niet met elkaar verbonden zijn. Ze kunnen dus niet met elkaar communiceren. Om de museumbezoeker uit dit isolement te halen moeten die mobiele apparaten in een netwerk met elkaar verbonden kunnen worden. Zo kunnen bezoekers kennis met elkaar uitwisselen en wordt een museumbezoek meer een groepsgebeuren. Bezoekers gaan deel uitmaken van een sociaal netwerk.

In deze eindverhandeling worden de doelstellingen besproken waaraan een mobiele gids voor groepscommunicatie in een museum moet voldoen. Er moet veel aandacht besteed worden aan de sociale aspecten die bij een dergelijke mobiele gids de kop opsteken. Ook moet er bij het ontwerp van de GUI rekening worden gehouden met de doelgroep. Op basis van deze doelstellingen wordt een mobiele gids voor groepscommunicatie in de vorm van een educatief spel geïmplementeerd. Tevens wordt een onderzoek gedaan naar de geschikte netwerktechniek waarop de mobiele gids moet functioneren. Uit een vergelijking tussen Bluetooth, infrarood en Wireless LAN blijkt deze laatste het meest geschikt wegens zijn grote bereik, grote overdrachtsnelheid en eenvoudige implementatie. De usability study, uitgevoerd op het educatieve spel, bevestigt het nut van mobiele gidsen voor groepscommunicatie. De testen tonen aan dat er duidelijk een toekomst is voor dergelijke systemen.

Voorwoord

Graag nodigen wij de lezer uit om kennis te nemen van het onderzoek dat wij gedaan hebben naar groepscommunicatie met een mobiele gids in een museum. De realisatie van deze eindverhandeling zou nooit mogelijk zijn geweest zonder de steun en hulp van een aantal personen.

We willen langs deze weg de volgende personen bedanken:

Onze promotor *Prof. dr. Karin Coninx* voor de algemene coördinatie en de nuttige feedback.

Onze begeleiders *dr. Kris Luyten, Geert Houben* en *Frederik Winters* voor hun hulp en feedback bij het schrijven van deze eindverhandeling.

Peter Quax, voor zijn hulp bij het opzetten van het draadloze netwerk.

Luc Adriaens, voor het vastleggen van de werking van onze applicatie op video.

Mieke Haesen, voor haar feedback met betrekking tot de usability study.

Het personeel van het EDM (Expertisecentrum voor Digitale Media - Diepenbeek, België) voor het ter beschikking stellen van de apparatuur die we gebruikt hebben tijdens het uitwerken van het implementatiegedeelte van deze eindverhandeling.

De enthousiaste vrijwilligers die hebben deelgenomen aan onze usability study.

Onze vriendinnen en ouders voor hun niet aflatende steun en om ons de mogelijkheid te geven om deze studie aan te vangen.

De vele vrienden, kennissen en collega's die de thesis letter voor letter hebben nagelezen en waar nodig hebben verbeterd.

Diepenbeek,
3 juni 2005

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Lijst van figuren	5
Lijst van tabellen	6
1 Inleiding	7
1.1 Gebruik van mobiele apparaten in het dagelijkse leven	7
1.2 Probleemstelling	8
1.3 Opbouw van de eindverhandeling	8
2 Gerelateerd werk	10
2.1 Bestaande systemen voor musea	10
2.2 Invloed van mobile computing op gebruikersgedrag	13
2.3 User-Centered Design	14
3 Netwerktechnieken	16
3.1 Bluetooth	16
3.2 Infrarood	21
3.3 Wireless Local Area Network (WLAN)	23
3.4 Conclusie	26
4 Mobiele gidsen en groepscommunicatie	28
4.1 Groepscommunicatie in een museum	28
4.2 Toepassingen van groepscommunicatie	29
4.3 Doelstellingen voor mobiele gidsen met groepscommunicatie .	30
4.3.1 Doelgroep en GUI	30
4.3.2 Sociale aspecten	31
4.3.3 Kennisuitwisseling	32
4.4 Een testapplicatie voor groepscommunicatie	32
4.4.1 Spelregels	34
4.4.2 De werking van de museumpuzzel	35

<i>INHOUDSOPGAVE</i>	4
4.4.3 De werking van de chatfunctie	39
4.4.4 Het berichtenforum	40
4.4.5 In de praktijk	42
5 Implementatie van de museumpuzzel	44
5.1 Modulaire opbouw	44
5.2 Netwerklaag	45
5.2.1 Communicatie via server	45
5.2.2 Protocol	46
5.3 Applicatielaag	47
5.3.1 Vragen en antwoorden	47
5.3.2 Puzzelstukken	49
5.3.3 Database	50
5.3.4 Server-, gids- en gebruikersapplicatie	51
5.3.5 Chatfunctie	52
5.4 Ondervindingen tijdens onderzoek en ontwikkeling	52
6 Usability study	54
6.1 Testplan	54
6.1.1 Testgebruikers en testomgeving	55
6.1.2 Taken	55
6.1.3 Verloop van de testen	55
6.2 Resultaten	56
6.2.1 Resultaten met betrekking tot de museumpuzzel	57
6.2.2 Resultaten met betrekking tot het netwerk	61
6.3 Conclusie	62
7 Conclusie	63
8 Toekomstig werk	65
A XML van antwoorden	67
B Screenshots	68
C Vragenlijst	70
D Protocol	76
Bibliografie	81
Index	85

Lijst van figuren

3.1	Bluetooth piconet	17
3.2	Bluetooth Location Network: hexagonale opstelling	19
3.3	Bluetooth Location Network: setting in museum	19
3.4	Wireless Local Area Network	24
3.5	Het GUIDE netwerk	25
4.1	Schematisch overzicht van de testapplicatie	33
4.2	Aanmelden op de server	35
4.3	Gids connecteert met server	36
4.4	Gids kiest puzzel	37
4.5	Antwoord geven op een vraag	37
4.6	Ruilen	38
4.7	De chatfunctie	39
4.8	Bericht van het forum ophalen	41
4.9	De museumpuzzel in de praktijk	43
5.1	Samenspel three-tier met netwerk- en applicatielaag	45
5.2	XML van vragen	48
5.3	Vraag oplossen	48
6.1	Chatfunctie	60
6.2	Vertraging bij toename dataverkeer op server	61
B.1	De op te lossen puzzel	68
B.2	Het berichtenforum	68
B.3	Puzzelstukjes ruilen	69

Lijst van tabellen

3.1	Vergelijking tussen de verschillende draadloze netwerktechnieken	27
5.1	De ‘users’ tabel	50
5.2	De ‘questions’ tabel	51
5.3	De ‘messages’ tabel	51
5.4	De ‘replies’ tabel	51

Hoofdstuk 1

Inleiding

Dit inleidende hoofdstuk begint met een bespreking van het gebruik van mobiele apparaten in ons dagelijkse leven. Vervolgens wordt een probleemstelling geformuleerd waar deze eindverhandeling op gebaseerd is. Tenslotte volgt in sectie 1.3 een overzicht van de verschillende hoofdstukken.

1.1 Gebruik van mobiele apparaten in het dagelijkse leven

De laatste jaren is het gebruik van mobiele apparaten zoals Personal Digital Assistants (PDA) en smartphones¹ enorm toegenomen. Onderzoek van Gartner [1, 2] toont aan dat de verkoop van PDA's, maar vooral de verkoop van smartphones enorm aantrekt. Heel veel mensen maken tegenwoordig gebruik van mobiele telefoons [3, 4] en ook steeds meer mensen hebben een PDA om een kalender, een agenda, adressen of e-mails bij te houden. Door de toegenomen rekenkracht en het steeds grotere geheugen zijn er meer en meer toepassingen mogelijk op deze mobiele apparaten. Zo kunnen 'gewone' mobiele telefoons gebruikt worden om foto's of filmpjes te maken en deze door te sturen. PDA's en smartphones kunnen gebruikt worden als GPS²-gestuurde navigatiesystemen, als hulpmiddel in het onderwijs [5], als hulpmiddel in de medische wereld [6], als elektronische gids in een museum (onder andere [7, 8]) of voor stockbeheer, zodat men niet meer met papieren lijsten moet werken als men de stock controleert.

Er wordt ook veel onderzoek verricht naar nieuwe toepassingen (onder andere [4, 9]). Een gebied waar echter iets minder onderzoek naar gedaan

¹Combinatie van PDA-functionaliteit met een mobiele telefoon

²Global Positioning System

wordt, maar zeker niet minder belangrijk of interessant is, is het gebruik van deze mobiele apparaten voor groepscommunicatie. Als mobiele apparaten op een eenvoudige manier met elkaar kunnen communiceren, ontstaat er een nog veel groter scala aan mogelijke toepassingen. Hierbij valt te denken aan het spelen van spelletjes tegen elkaar, het uitwisselen van gegevens met elkaar, het uitbreiden van de toepassingen voor het onderwijs en het ondersteunen van museumbezoeken.

1.2 Probleemstelling

Zoals de titel van deze eindverhandeling, *Groepscommunicatie met een mobiele gids in een museum*, reeds zegt, richt het onderzoek zich op elektronische mobiele gidsen die gebruikt kunnen worden voor groepsbezoeken aan onder andere musea. De probleemstelling waar deze eindverhandeling rond geschreven is, luidt als volgt:

Wat zijn de mogelijkheden voor groepscommunicatie met een elektronische mobiele gids in een museumsetting?

Hierbij kan men nog de volgende subvragen stellen:

- Hoe kan men de kennisuitwisseling en het sociale netwerk tussen de personen in de groep stimuleren?
- Welk onderzoek is reeds verricht naar groepscommunicatie en wat waren de problemen?
- Hoe kan men ervoor zorgen dat de museumgids of groepsleider ten alle tijde de leiding heeft en kan beslissen wat de persoonlijke mobiele gidsen van de bezoekers wel of niet moeten laten zien?

1.3 Opbouw van de eindverhandeling

In deze sectie wordt de structuur van deze eindverhandeling besproken. Per hoofdstuk wordt aangehaald waar het hoofdstuk over gaat en welke de belangrijkste onderwerpen zijn die aan bod zullen komen.

Hoofdstuk 2 geeft een samenvatting van het vooronderzoek. Er worden verschillende papers en systemen besproken die onderzocht zijn in het kader van deze eindverhandeling.

Hoofdstuk 3 gaat dieper in op de vraag welke draadloze netwerktechniek(en) geschikt is (zijn) om groepscommunicatie met mobiele apparaten te ondersteunen. Er volgt een uitgebreide vergelijking tussen Bluetooth, infrarood en Wireless LAN.

Hoofdstuk 4 geeft een overzicht van mogelijke toepassingen van mobiele gidsen en groepscommunicatie. Vervolgens worden belangrijke eigenschappen waar dergelijke toepassingen aan moeten voldoen, uitvoerig besproken. Er wordt ook een testapplicatie in detail besproken. Deze testapplicatie is een educatief spel, een combinatie tussen een quiz en een ruilspel, dat in musea gespeeld kan worden. Tevens worden er nog enkele extra communicatiemogelijkheden voor de testapplicatie besproken.

Hoofdstuk 5 behandelt de implementatie van de testapplicatie die in hoofdstuk 4 wordt besproken. Er wordt uitgelegd waarom er gekozen is voor een three-tier aanpak en een modulaire opbouw. Vervolgens wordt er dieper ingegaan op de technische details en de tegengekomen problemen.

Hoofdstuk 6 beschrijft de usability test die uitgevoerd wordt met de testapplicatie uit hoofdstuk 4 en 5. Zowel de netwerkconnectie als de sociale aspecten van de testapplicatie worden uitvoerig getest.

Hoofdstuk 7 handelt over de conclusies die uit het onderzoek getrokken kunnen worden.

Hoofdstuk 8 tenslotte, gaat over mogelijke toekomstige uitbreidingen.

Hoofdstuk 2

Gerelateerd werk

In dit hoofdstuk wordt er gekeken naar gerelateerd onderzoek dat in het verleden al verricht is naar het gebruik van mobiele gidsen binnen musea en naar het gebruik van mobiele gidsen voor groepscommunicatie. Het doel van dit hoofdstuk is vooral meer inzicht te krijgen in de verschillende technieken die gebruikt kunnen worden bij het ontwikkelen van een mobiele gids, alsmede de problemen waar rekening mee gehouden dient te worden bij het ontwerp van dergelijke gidsen.

2.1 Bestaande systemen voor musea

In het verleden zijn er al toepassingen ontwikkeld om gebruikers te ondersteunen tijdens hun bezoek aan een museum. Enkele van deze toepassingen zullen in deze sectie verder worden besproken.

Het Cicero project [10, 11] is in 2000 gestart door de HCI-groep van ISTI-C.N.R.¹ te Italië. Binnen dit project is PortableCicero tot stand gekomen. PortableCicero is een applicatie die de gebruiker moet ondersteunen tijdens een museumbezoek. De informatie die aan de gebruikers getoond wordt is afhankelijk van de context (context-driven) en de positie waar de gebruiker zich bevindt (location-aware) en is dus gerelateerd aan objecten die zich binnen het museum bevinden.

De basiselementen waar PortableCicero gebruik van maakt zijn een PDA en infraroodsensoren die zich aan de ingang van elke ruimte van het museum bevinden. Het hoofddoel van de PDA is dat de gebruiker zich vrij doorheen het museum kan bewegen. Wanneer de gebruiker een kamer binnengaat, wordt via een infraroodsignaal een ID naar de PDA van deze gebruiker ge-

¹Het ‘Institute of Information Science and Technologies’ (ISTI) is een instituut van de Italiaanse ‘National Research Council’ (C.N.R.), gelegen te Pisa

stuurd zodat de applicatie weet in welke ruimte de gebruiker zich bevindt. Afhankelijk van dat ID wordt er dan een plattegrond getoond waarop de verschillende werken die zich binnen de ruimte bevinden te zien zijn. De gebruiker kan dan de getoonde werken op het scherm van zijn PDA aanklikken indien hij er meer informatie over wil verkrijgen. Deze informatie kan in verschillende vormen aan de gebruiker voorgesteld worden, gaande van tekst, afbeeldingen en audio tot korte filmpjes.

De makers hebben er bewust voor gekozen om niet aan elk object binnen het museum een infraroodsensor te bevestigen, omdat het vaak zo is dat de gebruiker informatie wenst over een ander object dan dat waar hij zich op dat moment het dichtst bij bevindt. Als de gebruiker bijvoorbeeld naar een object kijkt, maar achter hem staat een ander object dat zich dichterbij hem bevindt, zou de applicatie informatie over dat laatste object laten zien. Dit is uiteraard incorrect in dit geval. De gebruiker moet dus zelf aangeven naar welk object hij binnen de ruimte kijkt.

PortableCicero is reeds gratis te gebruiken in het marmermuseum van Carrara (Italië). In [10] wordt een demo van het ontwikkelde systeem besproken.

Handscape [12] is een onderzoeksproject dat in 2001 werd gestart door het CIMI (Consortium for the Computer Interchange of Museum Information) en de HCI-groep (Human-Computer Interaction) aan de Cornell universiteit te Ithaca, New York. Binnen het project worden een aantal scenario's voor het gebruik van 'mobile computing' met handhelds² in musea nader onderzocht.

De focus van het project ligt vooral op de meerwaarde die 'mobile computing' kan bieden binnen het museum. Hierbij denkt men dan vooral aan het 'online'³ zijn terwijl men zich doorheen het museum beweegt, zonder dat de applicaties die van het netwerk gebruik maken onderbroken moeten worden, om zo de ervaring van de bezoeker te verrijken met extra informatie. Men onderzoekt niet alleen hoe de gebruiker ondersteund kan worden tijdens zijn bezoek, maar ook hoe de ervaringen van de gebruiker voor en na zijn bezoek aan het museum beïnvloed kunnen worden. Verder onderzoekt men ook welke impact het gebruik van mobiele technologieën heeft op de inrichting van een museum.

HIPS [13] (Hyper Interaction within Physical Space) is een project binnen het grotere I-Cube⁴ initiatief, dat als doel heeft een elektronische gids

²Een algemene benaming voor draagbare computersystemen zoals PDA's die klein genoeg zijn om in de hand gedragen te worden

³Online zijn betekent hier deel uitmaken van een netwerk en ook gebruik kunnen maken van de diensten die dat netwerk verleent

⁴I-Cube (Intelligent Information Interfaces) is een nieuw Europees programma dat als doel heeft het promoten van methodes voor de ontwikkeling van toepassingen die de mens-

te ontwikkelen die de toeristen toelaat zich zowel door de fysieke ruimte als door de daaraan verbonden informatieruimte te begeven wanneer ze een stad of museum bezoeken. Naast de mogelijkheid tot interactie met de omgeving biedt HIPS ook de mogelijkheid om te communiceren binnen een groep. HIPS detecteert de positie van de toerist en geeft op basis van die positie gepersonaliseerde informatie afhankelijk van de context. Op deze manier leidt HIPS de toerist als het ware bij zijn verkenning van de fysieke ruimte. De informatie kan in verschillende vormen aan de gebruiker worden aangeboden. Zo kunnen er bijvoorbeeld audio-boodschappen met instructies gebruikt worden om bepaalde voorwerpen te vinden waar de gebruiker in geïnteresseerd is. Daarnaast kan er ook gebruik gemaakt worden van audio-boodschappen om bepaalde voorwerpen te beschrijven en hierbij te verwijzen naar andere (gerelateerde) voorwerpen die de gebruiker reeds gezien heeft of nog zal gaan zien. Op deze manier kan de gids ook suggesties geven aan de bezoeker, maar kan deze laatste toch steeds zelf beslissen welke route hij volgt. Alle informatie die wordt aangeboden aan de gebruiker wordt dynamisch gegenereerd op basis van allerlei kleinere informatiemodules (audio, tekst, video). Bij interactie met de gebruiker kan de applicatie rekening houden met de voorkeuren en de geschiedenis van de gebruiker en op basis van deze gegevens informatie aanbieden die het best past binnen die context.

Hardwarematig is HIPS gebaseerd op het client-server model waarbij de clients worden voorgesteld door de ‘hippies’, de handhelds die de toeristen met zich mee zullen dragen tijdens hun bezoek. Het localiseren van de gebruikers gebeurt op verschillende manieren: infrarood, radio en GPS. De clients staan draadloos in verbinding met de server.

Sotto Voce [14, 15] is een elektronische gids die ontwikkeld is om binnen een museum de interactie tussen de bezoekers te stimuleren en om bezoekers te laten interageren met hun omgeving (het museum). De interactie met het museum wordt gestimuleerd door de gebruikers de mogelijkheid te geven om audiobeschrijvingen op te vragen over artefacten binnen het museum (bijvoorbeeld een schilderij). De audiobeschrijvingen kunnen beluisterd worden met hoofdtelefoontjes die beschikken over slechts één oortje. Er werd hiervoor bewust gekozen, zodat de gebruikers elkaar nog steeds kunnen horen en niet geïsoleerd worden van de rest van de bezoekers. Daarnaast is er ook de mogelijkheid om ‘eavesdropping’ in te schakelen. Dit houdt in dat gebruiker A de audiobeschrijving van gebruiker B kan meebelisteren op zijn eigen gids. Tijdens dit samen beluisteren kunnen zij elkaar nog perfect horen en bijgevolg ook communiceren over de beschrijving die ze samen aan het beluisteren zijn. Uit testen is gebleken dat de bezoekers die gebruik maakten

heid moeten ondersteunen in hun dagdagelijkse taken

van de elektronische gids deze niet als een computer zagen maar als een extra persoon die meer wist te vertellen over artefacten binnen het museum. Sotto Voce werd getest in het Filoli museum te Californië.

In [16] tenslotte, wordt er gekeken naar de verschillende technieken die gebruikt kunnen worden bij de ontwikkeling van location-aware toepassingen voor PDA's die 'indoor' gebruikt zullen worden. Hierbij wordt er ook kort gekeken naar de applicaties IrReal [17] en Cyberguide [18], die beiden gebruik maken van infrarood. Naast de technieken die gebruikt kunnen worden, wordt er ook gekeken naar criteria die aangehouden kunnen worden bij de ontwikkeling van een dergelijke applicatie, om de gebruiker zo goed mogelijk te ondersteunen.

2.2 Invloed van mobile computing op gebruikersgedrag

In [19] wordt er nader onderzocht wat de invloed van het gebruik van mobiele apparaten is op het gedrag van gebruikers. Er wordt specifiek gekeken hoe het medium waarmee het kaartspel BELKA gespeeld wordt, invloed heeft op het gedrag van de spelers. BELKA is een kaartspel dat speciaal voor dit onderzoek is ontworpen. Het is een combinatie van een uitwisselingsspel (waarbij de spelers onderling kaarten kunnen uitwisselen), een uitdagingsspel (waarbij de spelers proberen een kaart van iemand anders af te pakken met een 'hogere' kaart), een samenwerkingsspel (waarbij spelers paren kunnen vormen om zo betere set van kaarten te krijgen) en poker (waarbij een winnende hand wordt bepaald door een bepaalde reeks van vijf kaarten). Bij aanvang van het spel krijgt iedere speler drie kaarten. Vervolgens moeten de spelers, door te spelen (wisselen, aftroeven of paren), proberen een goede reeks van vijf kaarten te krijgen waarmee ze denken te kunnen winnen. De speler met de hoogste set van vijf kaarten wint het spel.

Tijdens het onderzoek werd gekeken naar vier situaties: *spelen met echte kaarten terwijl de spelers rond een tafel zitten*, *spelen met echte kaarten terwijl de spelers vrij rondbewegen*, *spelen met virtuele kaarten op een PDA terwijl de spelers rond een tafel zitten* en *spelen met virtuele kaarten op een PDA terwijl de spelers vrij rondbewegen*. De applicatie met de PDA's werkt via de Bluetooth netwerktechniek.

Na het observeren van deze vier spelsituaties, is men tot de volgende conclusies gekomen:

- De hoeveelheid beurten is aanzienlijk minder (de helft) bij het gebruik van PDA's. Dit is te wijten aan het gebruik van Bluetooth omdat er

steeds een connectie gemaakt moet worden alvorens er data (in dit geval kaarten) over en weer gestuurd kan worden. Het gebruik van Wireless LAN in plaats van Bluetooth heeft dit nadeel niet, maar dit heeft weer als nadeel dat er steeds een connectie gemaakt moet worden met een computer die fungeert als server, wat als gevolg heeft dat niet ‘overal’ gespeeld kan worden.

- Wanneer de spelers een mobiel apparaat gebruiken om te spelen en hierbij samen rond een tafel zitten, gaan ze proberen dezelfde strategie toe te passen als wanneer ze met gewone kaarten zouden spelen.
- Als de spelers daarentegen rondwandelen, gaan ze een ander spelgedrag vertonen. Dit kan verklaard worden door onder andere de instabiliteit van Bluetooth. De speler moet zijn strategie aanpassen aan de spelers die voor hem op dat moment zichtbaar zijn. Met zichtbaar wordt hier bedoeld dat de Bluetooth-adaptor van de gebruiker de spelers opmerkt. Als spelers zich te ver van elkaar bevinden kunnen hun PDA's immers geen verbinding met elkaar maken.

Uit bovenstaand onderzoek blijkt dat het ontwikkelen van mobiele games die in groep gespeeld kunnen worden meer inhoudt dan alleen maar het oorspronkelijke spel verplaatsen naar het mobiele apparaat. Zo moet er ook aandacht besteed worden aan de interactie tussen technische, virtuele en sociale aspecten zoals zichtbaarheid van andere spelers, zitten versus rondwandelen, ...

2.3 User-Centered Design

Bij het reeds eerder aangehaalde HIPS project [13] (zie ook sectie 2.1) hebben de ontwikkelaars gekozen voor een ontwerpmethodologie die gebaseerd is op scenario's en waarbij de gebruiker centraal staat. Op deze manier wil men er voor zorgen dat de uiteindelijke applicatie heel dicht aanleunt bij de noden van de gebruikers.

Er wordt door de ontwikkelaars een onderscheid gemaakt tussen ‘push-only’ en ‘pull-only’ gidsen. Een push-only gids voorziet de gebruiker met informatie zonder dat hij er expliciet om vraagt (cfr. een televisie). Bij een pull-only gids daarentegen, heeft de gebruiker de kans om enigszins zelf te bepalen welke informatie hij wil ontvangen (cfr. webbrowsing). HIPS combineert beide eigenschappen om de gebruiker maximaal te ondersteunen.

Tenslotte hebben de ontwikkelaars ook twee voorbeeldscenario's uitgewerkt die het gebruik van HIPS in een museum illustreren. In deze scenario's wordt HIPS gebruikt als hulpmiddel bij een rondleiding enerzijds of als

hulpmiddel bij een schoolbezoek anderzijds. In het eerste geval wordt de gebruiker met behulp van de applicatie doorheen het museum geleid. De gids kan hiervoor geconfigureerd worden zodat hij voldoet aan de noden van de gebruiker (soort tour, interesses, ...). In het tweede geval kan de gids gebruikt worden als 'kid-tracker'. De leerkracht kan de 'leraar-modus' starten, zodat hij/zij ten alle tijde kan zien waar de studenten zich in het museum bevinden. De studenten zelf werken in de 'student-modus' en kunnen een educatief spel spelen, waarbij ze in groepjes (ingedeeld door de leerkracht via de applicatie) tegen elkaar moeten strijden. HIPS maakt dus al gebruik van groepscommunicatie, één van de kernpunten van deze eindverhandeling.

Bovenstaande scenario's tonen aan dat een project zoals HIPS heel wat mogelijkheden biedt in het alledaagse leven.

Hoofdstuk 3

Netwerktechnieken voor groepscommunicatie

In dit hoofdstuk zal er dieper ingegaan worden op de mogelijke draadloze netwerktechnieken die gebruikt kunnen worden om groepscommunicatie mogelijk te maken. De technieken die nader bekeken zullen worden zijn:

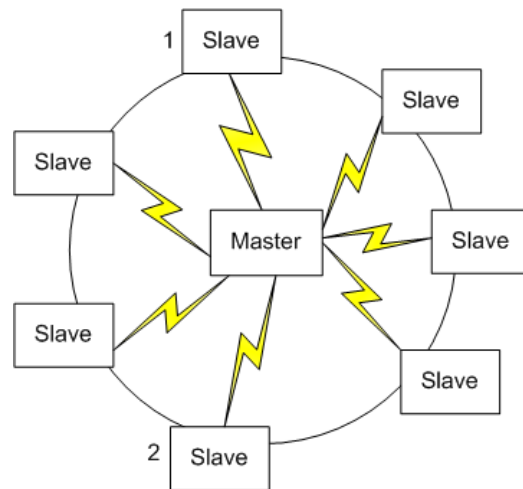
- Bluetooth
- Infrarood
- Wireless LAN

In de volgende secties zullen er per behandelde netwerktechniek enkele, voor deze eindverhandeling relevante, projecten besproken worden die deze technieken gebruiken. Sommige gerefereerde projecten hebben tot doel informatie te verschaffen aan gebruikers afhankelijk van hun positie (location-aware). Hoewel dit niet de bedoeling is van deze eindverhandeling, zijn deze projecten toch het bekijken waard omdat de data steeds verspreid wordt via één van bovenstaande netwerktechnieken.

In de conclusie volgt de keuze van de netwerktechniek die, met alle voor- en nadelen in acht genomen, het meest geschikt is voor de ontwikkeling van mobiele gidsen voor groepscommunicatie.

3.1 Bluetooth

Bluetooth [20, 21] is een draadloos protocol dat geschikt is voor communicatie tussen apparaten die zich op een afstand van 10 meter of minder van elkaar bevinden. Het maakt gebruik van het 2.4 GHz spectrum en laat communicatie toe tussen eender welke soort van elektronische apparaten, gaande van



Figuur 3.1: Bluetooth piconet

computers en mobiele telefoons, tot keyboards en hoofdtelefoons. Bluetooth wordt gespecificeerd in de IEEE 802.15 standaard [22].

De apparaten die communiceren zijn georganiseerd in zogenaamde piconets [23]. Een piconet is een klein ad-hoc netwerk dat wordt gevormd als minstens twee toestellen met elkaar communiceren en het laat communicatie tussen maximaal acht toestellen toe. Een ad-hoc netwerk is er een dat bestaat uit onafhankelijke wireless nodes die de mogelijkheid hebben om dynamisch connecties met elkaar te maken om zo een netwerk te vormen. Het netwerk kan groter en kleiner worden zonder dat daarvoor contact moet zijn met een centrale autoriteit. Wanneer een piconet gevormd wordt, doet één toestel dienst als master en de andere toestellen als slave. In een piconet is dus altijd één master node en een maximum van zeven actieve slave nodes.

Meerdere piconets samen vormen een scatternet [23]. Scatternets impliceren dat een Bluetooth toestel bij meerdere piconets behoort en in theorie ook met de toestellen van deze verschillende piconets kan communiceren. De huidige Bluetooth toestellen bieden echter nog maar beperkte ondersteuning voor scatternets [24].

Communicatie in een piconet verloopt altijd via de master-node, nooit direct tussen slave-nodes onderling [25]. Dit wordt duidelijk aan de hand van afbeelding 3.1. Als er bijvoorbeeld communicatie plaatsvindt van slave-node 1 naar slave-node 2, dan moet de data eerst van node 1 naar de master-node en vervolgens van de master-node naar node 2.

Interferentie met andere apparaten wordt vermeden door gebruik te maken van ‘frequency hopping’. Deze techniek houdt het volgende in: een

apparaat met Bluetooth maakt gebruik van 79 individuele, willekeurig gekozen frequenties binnen een toegewezen bereik en zal 1600 keer per seconde tussen deze frequenties wisselen. Dit wil zeggen dat meerdere apparaten gebruik kunnen maken van een beperkt stuk van het radiospectrum. Het is onwaarschijnlijk dat twee Bluetooth apparaten op hetzelfde ogenblik op dezelfde frequentie zitten, omdat ze allen van deze techniek gebruik maken. Frequency hopping verkleint ook het risico dat er interferentie optreedt met andere apparaten zoals draagbare telefoons, omdat elke mogelijke interferentie op een bepaalde frequentie slechts een zeer kleine fractie van een seconde voorkomt.

In een aantal onderzoeken naar het gebruik van groepscommunicatie wordt gebruik gemaakt van Bluetooth als onderliggende netwerktechniek. Zo is er onderzoek gedaan naar het gebruik van Bluetooth om een netwerk op te bouwen waarbinnen gebruikers contextgevoelige informatie krijgen op basis van hun positie [26]. Om dit te bereiken wordt gebruik gemaakt van master- en slave-nodes die zich in een hexagonale opstelling ten opzichte van elkaar bevinden. De slave-nodes kunnen via elkaar (indien ze niet binnen het onmiddellijke bereik van de master-node liggen) communiceren met een master node die op zijn beurt in verbinding staat met een server met gegevens (zie figuur 3.2 en 3.3). Deze opbouw wordt echter al snel complex waardoor Bluetooth niet de ideale techniek is om te gebruiken bij groepscommunicatie en om informatie te verschaffen op basis van de precieze positie van de gebruikers.

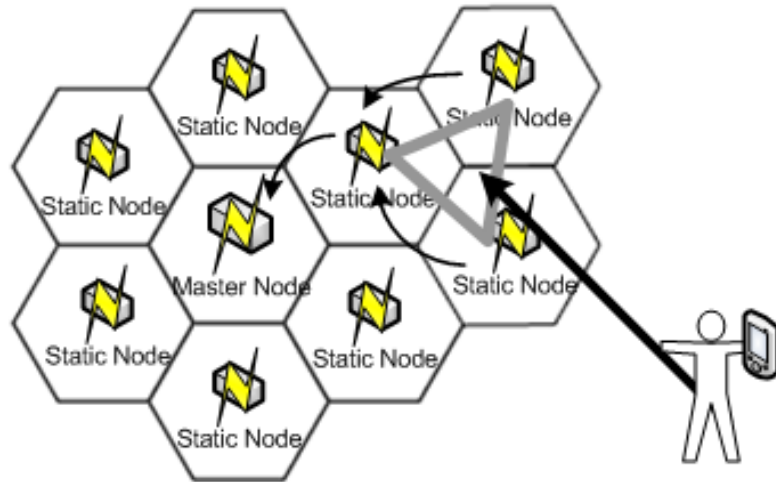
In [24] wordt gekeken naar het gebruik van Bluetooth bij de ontwikkeling van een multiplayer kaartspel en wordt aangegeven wat de mogelijkheden en beperkingen van Bluetooth zijn. Verder wordt er ook nog gekeken naar twee mogelijke toepassingen waarbinnen Bluetooth gebruikt kan worden: een multiplayer kaartspel en een advertentiepienaar die informatie verschaft aan voorbijgangers die in het bezit zijn van een apparaat met een Bluetooth adapter.

In [19] tenslotte wordt er nader ingegaan op het gebruik van Bluetooth op een PDA bij het spelen van een multiplayer kaartspel en welke invloed dit heeft op het gedrag van de spelers. De voornaamste bevindingen die hieruit voortkwamen, werden reeds besproken in sectie 2.2.

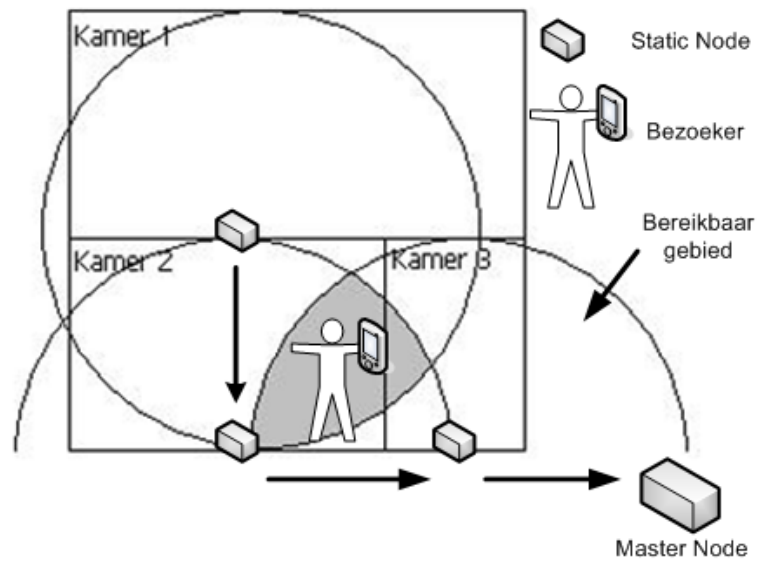
Bluetooth heeft de volgende voor- en nadelen (zie onder andere [24, 27, 28]):

Voordelen

- Communicatie via Bluetooth vergt relatief weinig stroom, namelijk tussen de 30 en 60 mA.



Figuur 3.2: Bluetooth Location Network: hexagonale opstelling



Figuur 3.3: Bluetooth Location Network: setting in museum

- Eens een connectie tot stand gebracht is, blijft de connectie behouden, ondanks interferentie van muren. Hierbij geldt wel dat het bereik van 10 meter niet overschreden wordt.
- Bluetooth laat communicatie met meerdere apparaten toe (piconets).
- Vrij snelle dataoverdracht: in theorie ongeveer 1 Mbps.
- Ideaal voor het uitwisselen van visitekaartjes, foto's of gegevensbestanden over korte afstand [25].

Nadelen

- Bluetooth heeft slechts een beperkt bereik van 10 meter.
- Bluetooth maakt gebruik van zogenaamde piconets (maximaal 8 apparaten). Dit geeft problemen met groepscommunicatie wanneer er zich bijvoorbeeld meer dan acht gebruikers binnen een groep bevinden.
- Het opzetten van een connectie via Bluetooth kan 5 tot 10 seconden in beslag nemen.
- Bluetooth ondersteunt geen 'echte' broadcast. Bluetooth beschrijft echter wel een soort van broadcast-schema, maar dit beperkt zich tot piconets. Met andere woorden, een master kan data broadcasten naar al zijn slaves, maar een slave kan geen data broadcasten naar de andere slaves.
- Bluetooth kan nog niet gebruikt worden voor het streamen van media zoals audio en video, maar dit zal in de toekomst wel mogelijk gemaakt worden [29, 30].

Ondanks de voordelen die Bluetooth biedt, is deze techniek niet ideaal om een netwerk op te zetten voor groepscommunicatie. Groepen die een museum bezoeken bestaan al snel uit meer dan acht personen en vaak verplaatsen die personen zich dan ook nog eens meer dan tien meter uit elkaar. Daarbij komt nog het grote nadeel dat gebruikers mogelijk enkele seconden moeten wachten vooraleer ze verbonden zijn met het mobiele apparaat van een groepsgenoot. Dit komt zeker niet ten goede aan de ervaringen van de gebruiker.

3.2 Infrarood

Draadloze infraroodcommunicatie gebeurt via infraroodstraling. Infrarood is elektromagnetische energie op golflengtes die iets langer zijn dan de golflengtes van rood licht. Infraroodtechnologie wordt onder meer gebruikt bij afstandsbedieningen, hoofdtelefoons, printers en tal van andere apparaten.

Infrarood ondersteunt dataoverdracht aan hoge snelheden (tot 4 Mbps) en is niet gevoelig voor interferentie met andere elektronische apparaten. In tegenstelling tot radiofrequenties kan infrarood niet door muren uit en om de communicatie goed te laten verlopen moeten zender en ontvanger zich in een bepaalde positie ten opzichte van elkaar bevinden. Zender en ontvanger moeten elkaar kunnen ‘zien’ (ze moeten in elkaars ‘line-of-sight’ staan), vergelijkbaar met de afstandsbediening van een televisie die naar de televisie gericht moet worden. Dit heeft als gevolg dat er geen infraroodcommunicatie kan zijn tussen toestellen die zich in aparte kamers bevinden. Wanneer zender en ontvanger zich echter goed ten op zichte van elkaar bevinden, komt de connectie onmiddellijk tot stand.

In de IrReal-applicatie [17] wordt gebruik gemaakt van infrarood om een informatiesysteem te bouwen dat informatie verschaft aan de gebruikers afhankelijk van hun positie (zie ook sectie 2.1). De informatie wordt gebundeld in een cluster van pagina’s waardoor er gebrowsed kan worden. Om dit te bereiken worden er doorheen verschillende kamers infraroodzenders geplaatst, die elk in verbinding staan met een eigen computer met informatie. Wanneer de gebruiker zich dan ‘in de buurt’ van zo een zender bevindt, ontvangt hij relevante informatie. Het grootste probleem bij dit systeem is de hoge kost omdat elke zender met een aparte computer verbonden is. Verder is ook de informatie die verschaft wordt niet altijd even correct, omdat in een grote kamer de gebruiker mogelijk geïnteresseerd is in informatie over andere objecten dan datgene waar hij zich het dichtst bij bevindt.

Het HIPS-systeem [13] werkt op een soortgelijke manier. Het werd reeds besproken in de secties 2.1 en 2.3. Hier worden infraroodzenders geplaatst aan de ingang van elke kamer van het museum. Verder worden er ook zenders geplaatst op elk object binnen het museum. Zo ontstaat er een soort van infraroodgrid waarmee de positie van de bezoeker bepaald kan worden. De infraroodzenders aan de ingang van elke kamer hebben als doel dat de gebruikers geïdentificeerd kunnen worden wanneer ze een kamer binnengaan, zodat ze een geupdate map zien van waar ze zich momenteel bevinden. Op basis van de bepaalde positie en de richting van de gebruiker, bekomen door een elektronisch kompas, kan er informatie gegeven worden over het object waar de gebruiker zich het dichtst bij bevindt. Het probleem met deze aanpak is dat er vanuit gegaan wordt dat gebruikers stoppen met wandelen als ze

geïnteresseerd zijn in een bepaald object en ze houden geen rekening met het feit dat men soms ook moet stoppen door de aanwezigheid van veel volk of andere factoren. De gebruiker krijgt dan ongewenste informatie toegezonden. Ook hier geldt, net zoals bij IrReal, dat de gebruiker niet altijd geïnteresseerd is in het object waar hij zich het kortst bij bevindt.

In het Cicero project [10] tenslotte (zie ook hoofdstuk 2.1), werd er een systeem ontwikkeld waarbij de gebruikers contextgevoelige informatie ontvangen afhankelijk van de kamer waarin ze zich bevinden. Dit gebeurt door een infraroodzender te plaatsen aan de ingang van elke kamer en een ID te sturen wanneer de gebruikers de kamer betreden. Afhankelijk van het ontvangen ID wordt aan de gebruikers dan de juiste kaart van een ruimte getoond. Vervolgens kunnen ze op die kaart objecten aanklikken om er meer informatie over te krijgen. De auteurs hebben er bewust voor gekozen de informatie per kamer (en niet per object) te bundelen, om zo de beperking te vermijden dat gebruikers enkel informatie ontvangen over het object waar ze zich het dichtst bij bevinden.

Samengevat zijn aan het gebruik van infrarood de volgende voor- en nadelen verbonden:

Voordelen

- Hoge dataoverdracht mogelijk (tot 4 Mbps).
- Er is geen interferentie met andere apparaten.
- Installatie- en onderhoudskosten zijn niet zo hoog in vergelijking met Bluetooth en WLAN.
- Er treedt onmiddellijk een connectie op wanneer zender en ontvanger elkaar detecteren.

Nadeel

- Zender en ontvanger moeten zich in een bepaalde positie ten opzichte van elkaar bevinden om elkaar te kunnen 'zien' (line-of-sight).
- Er is interferentie mogelijk met binnenkomend licht en rook binnen het gebouw. Daarnaast kan het infraroodsignaal ook mogelijk onderbroken worden door andere gebruikers die zich tussen infraroodzender en ontvanger bevinden [31].
- Het infraroodsignaal gaat niet door muren.
- Infrarood heeft net zoals Bluetooth een beperkt bereik.

De eis dat infraroodapparaten zich in elkaars line-of-sight moeten bevinden om met elkaar te kunnen communiceren, weegt heel zwaar door bij het niet kiezen voor infrarood als achterliggende techniek bij groepscommunicatie. Als mensen zich doorheen een museum bewegen, lopen ze vaak buiten elkaars zicht. Het gebruik van infrarood voor de onderlinge communicatie is dan erg moeilijk. Een ander probleem dat kan optreden ontstaat als de bezoekers in groepjes staan en niet iedereen precies correct geïdentificeerd is om gedetecteerd te worden door de infraroodzenders.

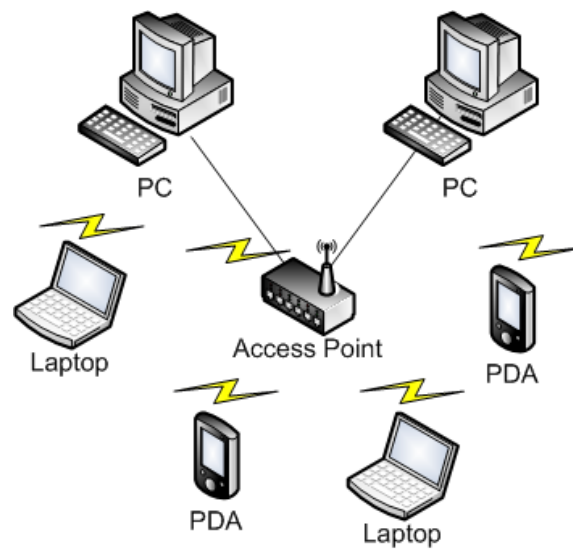
3.3 Wireless Local Area Network (WLAN)

Het grote verschil tussen Wireless Local Area Network (WLAN) en gewoon LAN¹ is dat WLAN gebruik maakt van hoge-frequentie radiogolven in plaats van kabels. WLAN wordt gespecificeerd in de IEEE 802.11 standaard [32] en verschillende uitbreidingen hierop. Een WLAN bestaat uit nodes en toegangspunten, ook wel access points genoemd. De nodes worden gevormd door de computers en apparaten die in het bezit zijn van een draadloos netwerkkaartje. De toegangspunten daarentegen doen dienst als zender en ontvanger tussen de verschillende nodes onderling of tussen nodes en een ander netwerk (zie figuur 3.4). Wanneer er gebruik gemaakt wordt van WLAN zijn er twee manieren om een netwerkje op te bouwen, namelijk ‘infrastructure’ en ‘ad-hoc’. Bij de ‘infrastructure’ zijn de computers binnen het netwerk verbonden via een toegangspunt. Bij ‘ad-hoc’ daarentegen, staan de computers rechtstreeks (point-to-point) in verbinding met elkaar.

WLAN technologie laat apparaten toe om vrijwel onmiddellijk connectie te maken via een toegangspunt in een theoretisch bereik van 100 meter (indoor). Dit bereik moet echter met een korrel zout genomen worden, want muren en andere obstakels zorgen voor heel wat interferentie, waardoor het bereik heel wat kleiner wordt. Eens de connectie is opgezet, kan data in theorie over en weer gestuurd worden aan een theoretische snelheid van 11 Mbps. De praktijk leert echter dat de daadwerkelijke overdrachtssnelheid in de buurt van de 4 tot 5 Mbps zit [16]. Een connectie die verloopt via WLAN vraagt nogal veel batterijverbruik van de verbonden apparaten (300 mA) [27]. Dit kan wel eens problemen opleveren voor apparaten zoals PDA's, die slechts over een beperkte batterijcapaciteit beschikken. Er wordt gelukkig veel onderzoek gedaan naar betere batterijen [33] en die betere batterijen zullen dit minpunt wel enigszins afzwakken.

Zoals eerder gezegd kan er ook interferentie optreden door muren en metalen apparaten. Deze interferentie kan echter verholpen worden door meerdere

¹Local Area Network, het meest voorkomende bekabelde netwerksysteem



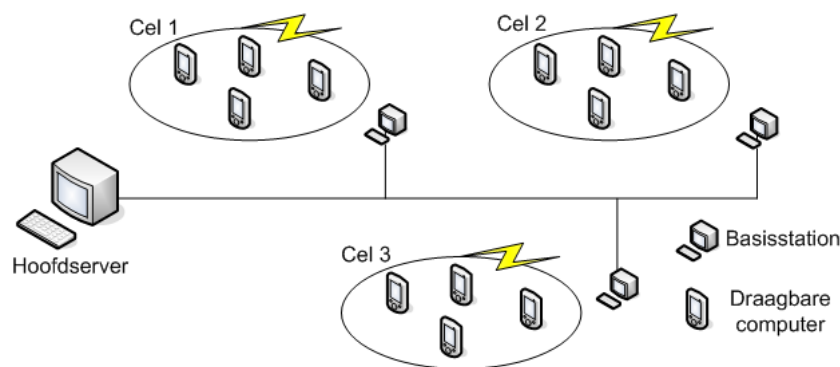
Figuur 3.4: Wireless Local Area Network

toegangspunten te plaatsen of door gebruik te maken van signaalversterkers.

Draadloze LAN's kennen vele toepassingen in de alledaagse wereld. Vaak worden ze gebruikt als ondersteuning van reeds bestaande LAN's. In de medische wereld [6] hebben dokters en verplegers die in het bezit zijn van een PDA of laptop bijvoorbeeld sneller toegang tot de database met gegevens over een patiënt. Verder maakt het gebruik van WLAN in ziekenhuizen het mogelijk om in noodsituaties snel te communiceren met andere afdelingen om zo op een snelle en doeltreffende manier diagnoses te kunnen stellen.

Het GUIDE project [34], opgericht door het Department of Computing van Lancaster University (UK), maakt gebruik van WLAN om informatie aan te bieden aan de gebruikers. Het doel van het project is de ontwikkeling van een draagbare toeristengids voor de bezoekers van de stad Lancaster. De informatie die aangeboden wordt is contextgevoelig, waarbij met context zowel de voorkeuren van de gebruiker worden bedoeld als de omgeving waar de gebruiker zich bevindt. Dit project verschilt van andere projecten in die zin dat er voor de informatie met betrekking tot een bepaalde plaats niet gebruik gemaakt wordt van GPS. De reden hiervoor is tweeledig: ten eerste vraagt deze aanpak niet voor bijkomende hardware en ten tweede is het in een dichtbebouwde omgeving vaak moeilijk om 'gezien' te worden door een voldoende aantal satellieten (wat nodig is om juiste GPS informatie terug te krijgen). Het nadeel van deze aanpak is echter dat de resolutie kleiner wordt, waardoor de gebruikers zelf nog moeten kiezen welke gedetailleerde informatie men wil zien binnen de informatie die bij hun huidige omgeving

aangeboden wordt. Zoals gezegd wordt er binnen dit project gebruik gemaakt van WLAN om de informatie tot bij de gebruikers te brengen. Er wordt hiervoor een WLAN netwerk opgebouwd dat bestaat uit verschillende cellen (zie figuur 3.5). Elke cel bevat een basisstation met specifieke informatie over de omgeving die binnen de cel ligt. De basisstations kunnen via WLAN informatie naar de gebruikers sturen en staan ook nog met een hoofdservers in verbinding, langswaar informatie over een bepaalde omgeving ook geüpdated kan worden.



Figuur 3.5: Het GUIDE netwerk

Om data te versturen tussen de verschillende apparaten die deel uit maken van een WLAN kan er gebruik gemaakt worden van verschillende communicatieprotocollen.

Transmission Control Protocol (TCP)

Het Transmission Control Protocol (TCP) [25] biedt een aantal services bij het versturen van gegevens tussen computers in een netwerk. TCP zorgt ervoor dat de data die verstuurd wordt ook daadwerkelijk aankomt, waarbij ook de volgorde van de arriverende pakketten intact blijft. De prijs die voor deze services betaald wordt is dat communicatie via TCP iets meer tijd in beslag neemt dan het alternatieve UDP.

User Datagram Protocol (UDP)

Het User Datagram Protocol (UDP) [25] is een alternatief voor TCP. UDP maakt efficiënte (snelle) communicatie tussen verschillende apparaten in een netwerk mogelijk. De prijs die voor deze efficiëntie betaald wordt is dat er geen garantie is dat de informatie die verstuurd wordt ook daadwerkelijk (al dan niet in de juiste volgorde) aankomt. Dit maakt UDP niet geschikt voor

kritieke systemen waarbij aankomst van informatie verzekerd moet worden. Een voordeel ten opzichte van TCP is dat bij UDP informatie gebroad- of gemulticast kan worden naar meerdere apparaten binnen een bepaalde groep. Een middenweg tussen TCP en UDP is ‘reliable UDP’. Reliable UDP is een uitbreiding van UDP waarbij gegarandeerd kan worden dat verzonden data ook daadwerkelijk aankomt (al dan niet in de juiste volgorde). Het probleem hierbij is echter dat de ontwikkelaar de uitbreiding zelf zal moeten implementeren, wat in het kader van deze eindverhandeling geen interessante optie is.

Samenvattend brengt het gebruik van WLAN de volgende voor- en nadelen met zich mee (zie onder andere [27]):

Voordelen

- Zeer groot bereik (tot 100 meter in ideale omstandigheden).
- Dataoverdracht aan hoge snelheid (4-5 Mbps).
- Onmiddellijke connectie.
- Implementatie ervan gebeurt op dezelfde manier als reeds bestaande LAN’s.
- Keuze uit TCP of UDP.
- Zowel geschikt voor het uitwisselen van bestanden zoals foto’s als voor streaming media (audio, video).

Nadelen

- Vrij hoge kosten ten opzichte van Bluetooth.
- Vergt veel batterijvermogen, namelijk 300 mA.

3.4 Conclusie

In tabel 3.1 worden de belangrijkste voor- en nadelen van de drie besproken netwerktechnieken tegen elkaar afgezet. Met alle voor- en nadelen in acht genomen, lijkt WLAN het meest geschikt voor draadloze groepscommunicatie.

Bluetooth heeft het kleine bereik en de tijd om een connectie op te zetten (5-10 seconden) als grootste nadelen.

Ondanks de onmiddellijke connectie die optreedt bij infrarood, is deze techniek minder geschikt omwille van de precieze positionering die zender en

	Bluetooth	Infrarood	WLAN
Stroomverbruik	Weinig	Weinig	Veel
Geldelijke kosten	Gemiddeld	Laagst	Hoogst
Connectie	Duurt 5-10 seconden	Onmiddellijk	Onmiddellijk
Bereik	+/- 10 meter	enkele meters en naar ontvanger richten	tot 100 meter
Data-overdracht	1 Mbps	4 Mbps	4-5 Mbps
Streamen van media	Nog niet	Ja	Ja
Signaal door muren	Ja	Neen	Ja
Interferentie	Enkel met metaal	Obstakels die line-of-sight doorbreken, zonlicht en rook	Apparaten op zelfde frequentieband (bv. GSM), metaal, muren

Tabel 3.1: Vergelijking tussen de verschillende draadloze netwerktechnieken

ontvanger ten opzichte van elkaar moeten hebben en het feit dat infrarood niet door muren heen kan.

Het gebruik van WLAN heeft niet te kampen met de grootste nadelen van Bluetooth en infrarood en biedt verder voordelen zoals een zeer groot bereik, grote overdrachtsnelheid en eenvoudige implementatie. Deze argumenten hebben er toe geleid dat WLAN op dit moment de beste draadloze netwerktechniek is om groepscommunicatie tussen mobiele apparaten mogelijk te maken. Toch moet er ook rekening gehouden worden met het grootste minpunt van WLAN, namelijk het zware stroomverbruik.

Hoofdstuk 4

Mobiele gidsen en groepscommunicatie

Nu de verschillende draadloze netwerktechnieken zijn bestudeerd en er een keuze is gemaakt voor de meest geschikte techniek (WLAN), gaat dit hoofdstuk in op de verschillende aspecten die de kop opsteken bij het gebruik van mobiele gidsen voor groepscommunicatie. Zo wordt er gekeken naar onder andere de sociale aspecten en de mogelijkheden voor kennisuitwisseling. Ook wordt een testapplicatie op basis van een ruilspel uitvoerig besproken. Er wordt echter begonnen met een overzicht te geven van mogelijke toepassingen binnen een museumsetting.

4.1 Groepscommunicatie in een museum

In deze sectie wordt besproken wat het nut is van het gebruik van groepscommunicatie binnen een museum. Waar kan de technologie gebruikt worden en voor wie is het bedoeld? Allereerst zal het begrip ‘groepscommunicatie’ en de noodzaak hiervan nader worden besproken.

Museumbezoeken zijn van oudsher individuele aangelegenheden. De meeste bestaande elektronische gidsen of interactieve systemen zijn niet ontworpen om sociale interactie tussen bezoekers te promoten, zoals blijkt uit de bespreking van enkele systemen in sectie 2.1. Studies tonen echter aan dat interactie tussen museumvoorwerpen en bezoekers en tussen bezoekers onderling belangrijk is voor een succesvolle lerende omgeving [35]. Objecten spreken namelijk niet voor zichzelf. Om te begrijpen wat men ziet, moet er extra informatie worden aangeleverd. Dit kan onder meer door informatie te voorzien via de mobiele gids, maar vooral door communicatie met personen die deze informatie reeds bezitten. Hieruit blijkt duidelijk dat een museum-

bezoek geen individueel gebeuren is. Groepscommunicatie in een museum kan dus gebruikt worden om meer informatie te vergaren of om de sociale relaties te gebruiken om elkaar te helpen bij het leren. De noodzaak voor groepscommunicatie is hiermee aangetoond.

4.2 Toepassingen van groepscommunicatie

Groepscommunicatie wil letterlijk zeggen dat de verschillende leden van een groep met elkaar kunnen communiceren. Als we dit voor een museum zouden bekijken, kunnen we bijvoorbeeld de bezoekers als groep zien en iedere bezoeker uit deze groep als groepslid. Waarom zouden de verschillende bezoekers nu met elkaar willen communiceren? Zoals in de vorige sectie aangehaald, kunnen bezoekers dat doen om extra informatie te vergaren, om contacten met andere bezoekers te leggen of om andere bezoekers te helpen. De bedoeling is om die groepscommunicatie te verzorgen via een mobiel apparaat. Bij volgende voorbeelden wordt er vanuit gegaan dat alle museumbezoekers de beschikking hebben over een mobiel apparaat met netwerkfunctionaliteit, bijvoorbeeld een PDA.

Een eerste simpel voorbeeld van het gebruik van groepscommunicatie is een applicatie die museumbezoekers in staat stelt gegevens zoals foto's, ervaringen en notities met elkaar uit te wisselen. Zo kunnen bezoekers zien wat anderen van bepaalde museumobjecten vinden en ze kunnen hier zelf weer aantekeningen bijplaatsen. Als een bezoeker bijvoorbeeld een interessant schilderij ziet, kan hij op zijn mobiel apparaat een notitie maken over dat schilderij. Zijn mobiel apparaat is opgenomen in een draadloos netwerk zodat er een verbinding gelegd kan worden met de apparaten van andere gebruikers. Tevens kan de bezoeker via zijn mobiel apparaat zien wat andere bezoekers van datzelfde schilderij vinden of hoe zij dat schilderij interpreteren. Als een andere bezoeker een foto van het schilderij heeft gemaakt, kan de gebruiker deze eveneens bekijken.

Een veelbesproken toepassing van groepscommunicatie in musea is de spelvorm. Er is reeds onderzoek gedaan naar verschillende systemen die groepscommunicatie gebruiken als basis voor (educatieve) spellen. In een uitbreiding op het reeds besproken Cicero systeem (zie sectie 2.1) wordt de sociale interactie tussen bezoekers gestimuleerd door middel van collaboratieve activiteiten [36], gebaseerd op educatieve spelletjes. Men kan in groep oplossingen vinden voor problemen die de spelers in hun eentje niet kunnen oplossen. Door het oplossen van vragen worden steeds meer stukken van een afbeelding zichtbaar. De bedoeling is dat de spelers in groep raden wat de afbeelding (het 'enigma' zoals het wordt genoemd) voorstelt.

Ook het in sectie 2.3 besproken HIPS-systeem heeft ondersteuning voor groepscommunicatie en kan gebruikt worden om een educatief spel te spelen.

Als testapplicatie voor deze eindverhandeling is een educatief spel op basis van vragen en puzzelstukjes geïmplementeerd. Meer informatie hierover is te vinden in de volgende secties en in hoofdstuk 5.

4.3 Doelstellingen voor mobiele gidsen met groepscommunicatie

Alvorens we een testapplicatie voor groepscommunicatie beschrijven is het belangrijk om even stil te staan bij de verschillende doelstellingen of vereisten die van belang zijn bij het ontwerpen van applicaties voor mobiele gidsen die groepscommunicatie ondersteunen.

4.3.1 Doelgroep en GUI

Een punt waar men niet omheen kan bij het bestuderen van de groepscommunicatie in een museum is de beoogde doelgroep. Voor welke gebruikers moeten applicaties geschreven worden? De oudere museumbezoekers met weniger computerervaring of de jongeren die dagelijks in contact komen met allerlei moderne elektronische apparaten?

Een eerste constatering is dat de potentiële gebruikers van de applicatie slechts korte tijd in contact zullen zijn met de software. Ze hebben bijvoorbeeld geen tijd om een gebruiksaanwijzing van de applicatie te lezen. Gebruikers moeten dus heel snel vertrouwd kunnen raken met de graphical user interface (GUI) van de applicatie. Omdat museumbezoekers uit alle mogelijke leeftijdscategorieën komen en verschillende niveaus van computerervaring hebben, moet de GUI ook begrijpbaar en eenvoudig zijn voor mensen met weinig ervaring. De applicatie moet dus intuïtief werken, rekening houdend met geldende GUI design richtlijnen en gebruik makend van metaforen (onder andere beschreven in [37, 38]). Het aantal knopjes, menu's en grafische snufjes moet dus tot een minimum beperkt worden. Een dergelijke GUI ontwerpen is zeker geen eenvoudige taak [36].

Een mobiele gids zou een ideale tool kunnen zijn voor mensen die niet zo graag musea bezoeken. Uit studies uitgevoerd in [39, 40] en uit de vele pogingen die musea ondernemen om jongeren aan te trekken blijkt dat vooral onder jongeren weinig animo is om spontaan naar musea te gaan. Toch worden jongeren door bijvoorbeeld schooluitstapjes gedwongen om musea te bezoeken. Vaak gebeurt dit onder leiding van een gids die, in veel jongeren hun ogen, een saai en langdradig verhaal vertelt. Een mobiele gids in de vorm

van een educatief spel kan hier een oplossing bieden. Jongeren kunnen actief bezig zijn in een museum en tevens allerlei dingen bijleren door bijvoorbeeld het oplossen van vragen over het museum en de tentoongestelde werken.

Een competitie-element (iedereen tegen elkaar, of verdeeld in groepjes) verhoogt de drang om een vraag juist op te lossen nog meer. Een dergelijk educatief spel is eigenlijk de elektronische variant van de vragenlijstjes die museumbezoekende jongeren soms van hun begeleiders meekrijgen. Bij het toepassen van een competitie-element kunnen gebruikers bijvoorbeeld punten verdienen door vragen correct op te lossen.

4.3.2 Sociale aspecten

Eén van de belangrijkste onderdelen van het onderzoek is hoe de mobiele gids het sociale netwerk tussen de personen in groep stimuleert. Het is de bedoeling dat de mobiele gids de bestaande mondelinge communicatie ondersteunt en uitbreidt, maar niet vervangt. Dit wil zeggen dat het de bedoeling is dat gebruikers zowel mondeling met elkaar blijven communiceren als via de nieuwe communicatiemogelijkheden van de mobiele gids. Gebruikers moeten het gevoel hebben dat ze deel uitmaken van een sociaal netwerk. Dit is een heel belangrijk punt. Groepscommunicatie wordt net geïntroduceerd om de individuele ervaring van een museumbezoek te veranderen (zie sectie 4.1). De mobiele gids moet de gebruikers ondersteunen in de communicatie met andere gebruikers. Zoals reeds aangehaald in sectie 4.2 kan dat door bijvoorbeeld foto's, informatie en meningen over museumobjecten met elkaar te delen. Het sociale netwerk van een gebruiker kan door het gebruik van een mobiele gids erg vergroot worden. Immers, de drempel om te discussiëren of te praten met andere bezoekers wordt verlaagd door de mogelijkheid om dit via de mobiele gids te doen. Dit is ongeveer vergelijkbaar met chatten via het internet waar mensen die elkaar niet kennen, toch dikwijls een gesprek beginnen.

Een ander punt binnen de sociale aspecten is dat een mobiele gids een bezoeker in staat moet stellen om het museum op zijn eigen tempo te bezoeken. In een normale rondleiding in een museum moeten alle deelnemers de snelheid van de groep en de gids volgen. Men kan dus niet langer blijven stilstaan bij het ene object en korter bij een ander zonder de aansluiting met de groep te verliezen. Een mobiele gids moet de gebruiker deze mogelijkheid wel bieden. De gebruiker kan dan op zijn eigen tempo de museumobjecten bekijken, terwijl hij toch in contact blijft staan met de andere gebruikers en de begeleider via zijn mobiele gids die deel uitmaakt van het netwerk.

4.3.3 Kennisuitwisseling

De andere belangrijke pilaar waar het onderzoek om draait is de kennisuitwisseling. Het netwerk van mobiele gidsen moet de gebruikers de mogelijkheid bieden om bepaalde kennis met anderen te delen. Deze kennis kan in allerlei vormen worden aangeboden: tekst, video, audio, . . .

In een ideale situatie kunnen mobiele gidsen zowel informatie delen met andere mobiele gidsen als met museumobjecten. Dit laatste gebeurt niet in groep, maar is wel degelijk kennisuitwisseling. De gebruiker kan bijvoorbeeld informatie over het object opvragen en eigen notities of foto's naar het object sturen die dan lokaal bij dat object opgeslagen worden. Deze opgeslagen informatie kan dan gebruikt worden door de museumbeheerders (bv. gebruikers kunnen objecten punten geven en de beheerders zien dan welke objecten het populairst zijn) of wederom door andere mobiele gidsen. De informatie over de objecten kan bij het object zelf opgeslagen worden met behulp van bijvoorbeeld RFID-tags (Radio Frequency Identification) [41] of alle informatie kan gecentraliseerd worden op een server.

4.4 Een testapplicatie voor groepscommunicatie

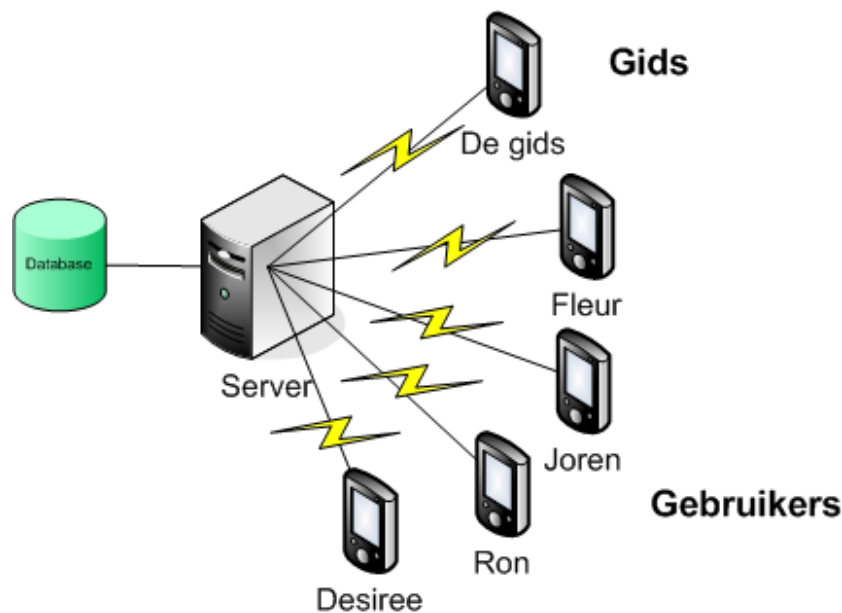
In het kader van het onderzoek is een testapplicatie voor groepscommunicatie met mobiele gidsen ontworpen. De bedoeling van deze testapplicatie is om de doelstellingen uit sectie 4.3 zo goed mogelijk te ondersteunen. De applicatie zal dus moeten zorgen dat er aan kennisuitwisseling gedaan kan worden en dat de gebruikers van de applicatie het gevoel hebben dat ze deel uitmaken van een sociaal netwerk. Verder moet de testapplicatie de beschikking hebben over een intuïtieve GUI die door zoveel mogelijk mensen te gebruiken is, ongeacht hun leeftijd of computerervaring. Of de in deze en de volgende secties beschreven testapplicatie de beoogde doelstelling vervuld, zal blijken uit de usability study in hoofdstuk 6.

De probleemstelling in sectie 1.2 zegt verder dat de museumgids of begeleider ten alle tijde de leiding moet hebben en moet kunnen bepalen wat de gebruikers wel en niet kunnen zien. Er moet bijgevolg een aparte applicatie voor de groepsleider voorzien worden. De testapplicatie moet dus uit drie verschillende applicaties bestaan: *een server met een database, een applicatie voor de museumgids, en een applicatie voor de gebruikers.*

De gebruikersapplicatie is uiteraard de toepassing die de bezoekers op hun PDA te zien krijgen en waarmee ze dus kunnen connecteren op het netwerk en het educatieve spel kunnen spelen.

De gidsapplicatie wordt bediend door een personeelslid van het museum of een leraar bij een schoolreisje. De gids moet controle hebben over de gebruikers en moet kunnen bepalen welke gebruikers welke informatie krijgen.

De server tenslotte, is het kloppend hart van het hele systeem. De server beheert allerlei bestanden die nodig zijn voor het spel en heeft ook een database die gebruikt kan worden om informatie op te slaan. Hij verzorgt ook de communicatie tussen PDA's onderling. Een boodschap die van de ene naar de andere PDA gestuurd wordt, passeert dus altijd de server. Een uitzondering hierop vormt de chatfunctie die verderop wordt besproken. De server is tevens de zwakke plek in het hele systeem. Als deze uitvalt, wordt het spelen van het spel onmogelijk. Er moet dus voor voldoende redundantie gezorgd worden op het gebied van de server. De drie applicaties staan met elkaar in verbinding via een draadloos netwerk (WLAN). Dit wordt geïllustreerd aan de hand van figuur 4.1.



Figuur 4.1: Schematisch overzicht van de testapplicatie

De opsplitsing in een gebruikersapplicatie/gidsapplicatie en een serverapplicatie met database is een typische three-tier architectuur [42], een speciale vorm van een client-server architectuur die uit drie gescheiden processen bestaat. Deze processen zijn:

- de *user interface* die op de PDA van de client (gebruiker of gids) draait;
- de *applicatieserver* die bestaat uit functionele modules die de data verwerken, ook wel middle tier genoemd;

- en een *database management system* (DBMS) dat de data beheert die de middle tier nodig heeft.

Het voordeel van de three-tier aanpak over traditionele designs is dat het door de modulariteit eenvoudiger is om eender welke tier te veranderen of te verwijderen. Er kan bijvoorbeeld een user interface gemaakt worden voor een nieuw soort mobiel apparaat zonder dat er iets aan de andere tiers (server en database) veranderd moet worden.

De ontworpen testapplicatie is een elektronische variant van een ruilspel in combinatie met een soort quiz. Gebruikers moeten om het eerst een puzzel oplossen door de verschillende puzzelstukjes te verzamelen. Men kan puzzelstukjes verkrijgen door het juist oplossen van vragen over het museum. Omdat men sommige stukjes dubbel heeft en andere stukjes niet heeft, worden gebruikers min of meer verplicht om met elkaar puzzelstukjes te ruilen. Deze ‘verplichting’ stimuleert zowel het sociale netwerk als de kennisuitwisseling. Om het nog interessanter te maken, is er ook een chatfunctie aan de applicatie toegevoegd waarmee gebruikers met elkaar kunnen chatten door met de PDA-pen te schrijven of te tekenen op een canvas. De chatfunctie is ook uitgerust met een foto-uitwisselingsfunctie om zelf genomen foto’s uit te wisselen. Tenslotte is de testapplicatie ook nog voorzien van een berichtenforum waar bezoekers berichten en reacties kunnen achterlaten. De testapplicatie wordt vanaf nu de *museumpuzzel* genoemd.

4.4.1 Spelregels

Alvorens de werking van de applicatie wordt besproken, zullen de spelregels van de museumpuzzel kort worden opgesomd:

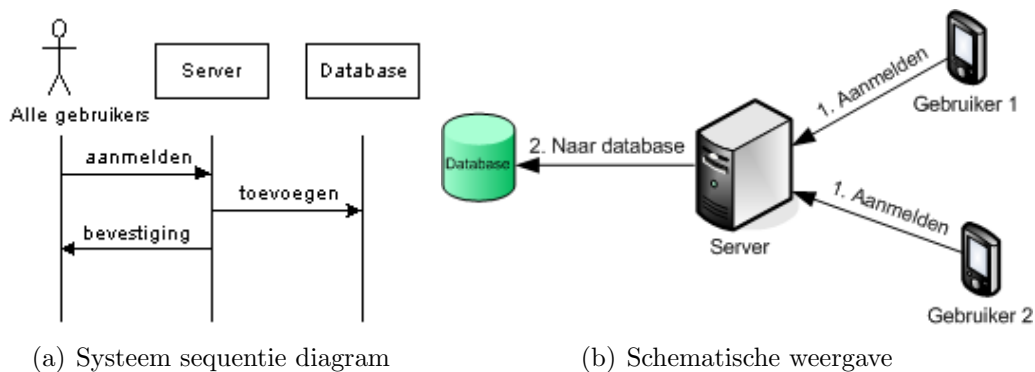
- Er is een algemene stok¹ van kaarten die puzzelstukjes en jokerkaarten voorstellen. Er zijn genoeg stukjes voorzien zodat iedere gebruiker zijn puzzel kan oplossen.
- De spelers krijgen een lijst met multiple choice vragen over het museum en de tentoongestelde objecten.
- Bij het juist oplossen van een vraag krijgt de gebruiker een willekeurige kaart van de stok. Bij het fout oplossen krijgt hij uiteraard geen kaart en wordt de vraag ‘gelocked’ zodat deze niet opnieuw kan worden opgelost.

¹Deze term slaat op een hoeveelheid kaarten die bij een spel overblijft en waar men kaarten van kan nemen of terugleggen

- Een fout opgeloste vraag kan men ‘unlocken’ en opnieuw proberen op te lossen door gebruik te maken van een jokerkaart.
- Gebruikers kunnen puzzelstukjes en jokers met elkaar ruilen. Ze kunnen dit in allerlei verhoudingen doen. Het moet dus geen 1-op-1 ‘ruil’ zijn, gebruikers mogen ook bijvoorbeeld 3 kaarten tegen 1 wisselen of 1 kaart tegen geen.
- De winnaar is degene die het eerst de puzzel compleet heeft en dus alle verschillende puzzelstukjes van de puzzel bezit.

4.4.2 De werking van de museumpuzzel

Voordat de onderliggende technologie wordt uitgelegd, wordt de werking van de applicatie zelf besproken. Zoals gezegd communiceren de applicaties via een draadloos netwerk.

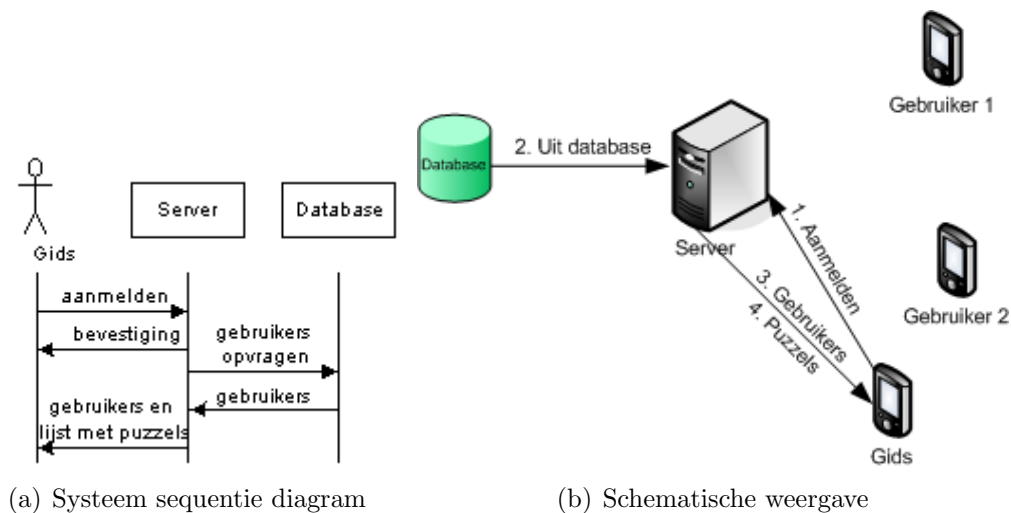


Figuur 4.2: Aanmelden op de server

Alvorens bezoekers de museumpuzzel kunnen gebruiken moet de serverapplicatie gestart worden. Ook moeten de bezoekers de beschikking hebben over een persoonlijke PDA met daarop de gebruikersapplicatie geïnstalleerd. Zodra dit het geval is kunnen gebruikers zich op de server aanmelden via de gebruikersapplicatie (pijl met label 1 op figuur 4.2b). De server houdt alle gebruikers bij in zijn database (pijl met label 2). Ook maakt de server een stok met kaarten aan die de puzzelstukjes en jokerkaarten voorstellen. Figuur 4.2a toont een iets gedetailleerder systeem sequentie diagram (SSD) van figuur 4.2b. De server stuurt namelijk ook nog een bevestiging terug naar de gebruikersapplicatie. Om de schematische weergave simpel en leesbaar te houden worden deze bevestigingen en andere details op deze en de andere schematische figuren in dit hoofdstuk niet weergegeven. Het systeem

sequentie diagram, dat bij iedere schematische figuur gegeven wordt, bevat echter wèl al deze details.

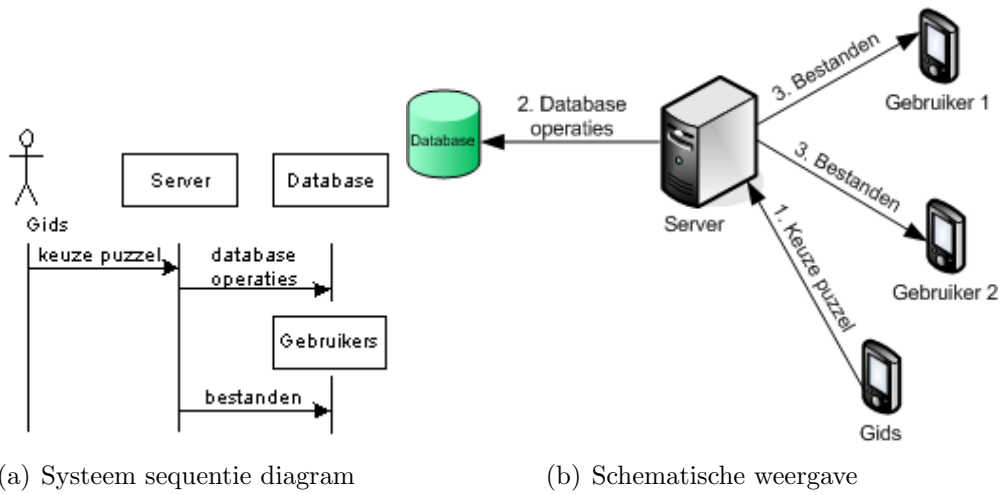
Het spel kan niet beginnen voordat een gids connecteert met de server. De gids moet zich dus ook aanmelden op de server (pijl met label 1 op figuur 4.3b). De server gaat vervolgens alle gebruikers uit zijn database halen (pijl 2) en die naar de gids doorsturen (pijl 3). Ook stuurt de server een lijst met de verschillende puzzels die op de server staan (pijl 4). Een puzzel bestaat uit een vragenlijst, een antwoordenlijst en de verschillende puzzelstukjes.



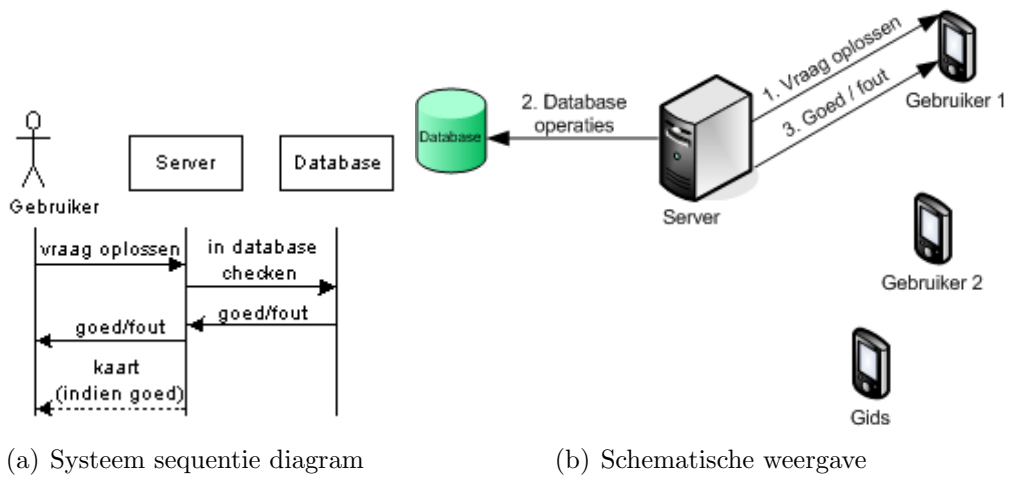
Figuur 4.3: Gids connecteert met server

De gids kiest vervolgens met welke puzzel er gespeeld gaat worden en geeft het startsein om te beginnen. De server wordt verwittigd (pijl 1 op figuur 4.4b) en deze voert enkele aanpassingen door in de database. De server stuurt op zijn beurt de quizvragen en puzzelstukjes naar de PDA's van de deelnemers (pijl 2). Als de vragen en puzzelstukjes aangekomen zijn bij de gebruikers, krijgen ze de boodschap dat het spel begint.

De gebruikers kunnen nu beginnen met het oplossen van de multiple choice vragen. Bij het kiezen van een antwoord wordt de server een boodschap met dit antwoord gestuurd (pijl 1 op figuur 4.5). De server verifieert het antwoord aan de hand van de database (alle juiste antwoorden zitten immers ook in de database, meer uitleg in hoofdstuk 5)(pijl 2). Vervolgens stuurt de server een boodschap naar de gebruiker om deze te melden of het gegeven antwoord goed of fout is (pijl 3). Als het antwoord goed is, stuurt de server ook een willekeurig gekozen kaart (puzzelstukje of joker) uit de stok mee. Als de gebruiker de pas ontvangen kaart nog niet in zijn bezit heeft, wordt het overeenkomstige stuk van de puzzel zichtbaar.

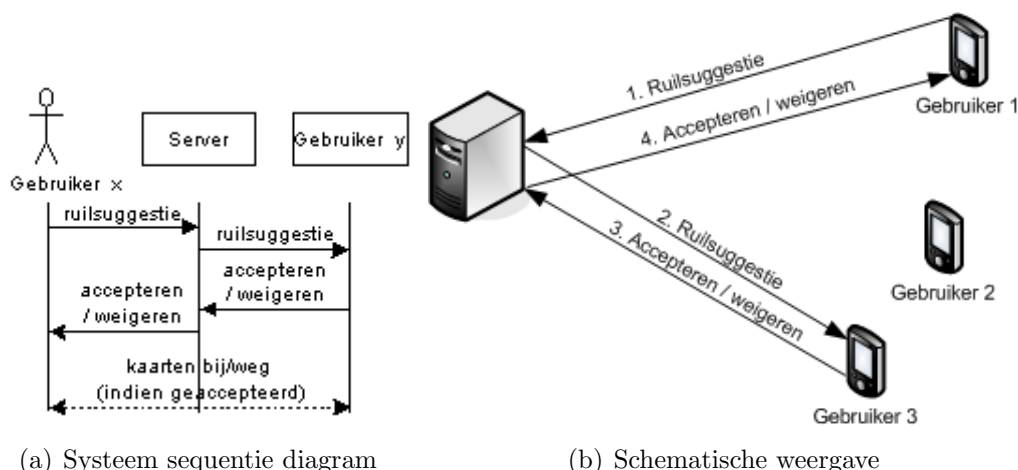


Figuur 4.4: Gids kiest puzzel



Figuur 4.5: Antwoord geven op een vraag

Om de puzzel compleet te krijgen heeft de speler alle afzonderlijke stukjes nodig. Als de speler een bepaald stukje dubbel heeft, kan hij dat ruilen met andere spelers. Men kan dus ook door te ruilen nieuwe puzzelstukjes bekomen. Gebruikers kunnen zien welke puzzelstukjes hun concurrenten reeds vergaard hebben. Ze kunnen dan een ruilsuggestie doen (pijl 1 en 2 op figuur 4.6b) om met een bepaalde gebruiker puzzelstukjes te ruilen. Alle communicatie verloopt via de server omdat de server uiteraard de andere gebruikers die niet op de hoogte zijn van een ruil, wel moet voorzien van de eventuele nieuwe informatie. De gebruiker die een ruilsuggestie ontvangt kan deze accepteren of weigeren (pijl 3 en 4). Indien hij weigert zal de eerste gebruiker dit te zien krijgen en zal de server verder geen actie moeten ondernemen. Indien hij accepteert zal de server de voorgestelde kaarten moeten omruilen en vervolgens alle andere gebruikers van de nieuwe informatie moeten voorzien (niet weergegeven op de figuur).



Figuur 4.6: Ruilen

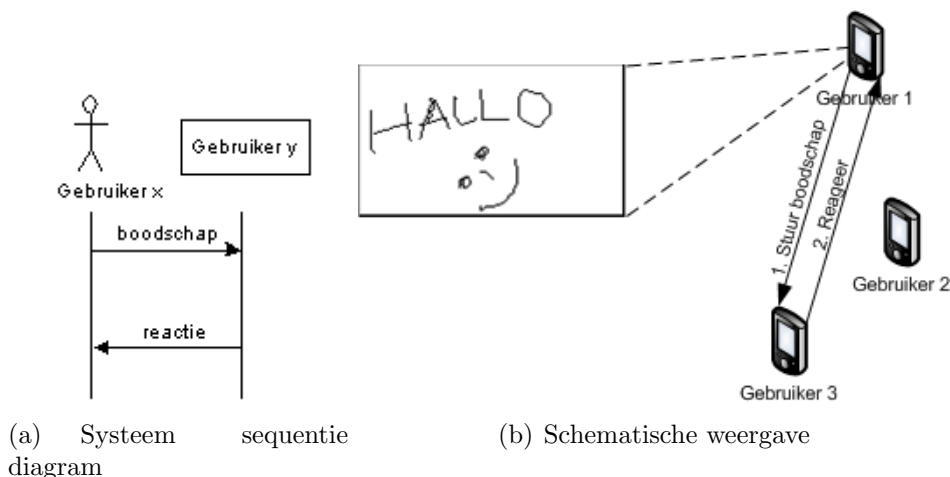
Gebruikers van de puzzel kunnen ook ten alle tijde zien hoeveel unieke puzzelstukjes hun concurrenten hebben aan de hand van de rangschikking. Ieder uniek puzzelstukje is één punt waard. Bij een puzzel bestaande uit zes verschillende stukjes kan men dus maximaal zes punten krijgen. Op basis van de rangschikking kan de gebruiker een goede afweging maken of het wel slim is om te ruilen met een bepaalde speler. Het is bijvoorbeeld niet zo slim om te ruilen met een speler die nog maar één stukje van de puzzel mist. Ook de gids kan de rangschikking volgen. Zo kan hij zien hoe ver de verschillende deelnemers staan in het spel. Eventueel kan hij een zwakkere speler wat bijsturen door middel van een tip.

Het spel is afgelopen als de gids het spel stopt via een boodschap aan de

server of als alle spelers hun puzzel compleet hebben. Spelers die al eerder hun puzzel compleet hebben, zijn al eerder kunnen stoppen. De server houdt een aantal statistieken bij in zijn database, zodat achteraf de juiste antwoorden en de antwoorden van iedere gebruiker bekeken kunnen worden en eventueel samen met de gids in groep overlopen kunnen worden. Zo kan de gids de gebruikers van nog wat extra informatie over het museum voorzien.

4.4.3 De werking van de chatfunctie

Zoals vermeld bezit de museumpuzzel ook een chatfunctie waarmee gebruikers onderling kunnen communiceren, vergelijkbaar met bestaande chatapplicaties op internet. Gebruikers kunnen met behulp van de PDA-pen een tekening of handgeschreven tekst doorsturen naar andere gebruikers. Dit gebeurt op een rechtstreekse manier, zonder tussenkomst van de server (zie figuur 4.7b). De verzender van een boodschap communiceert dus rechtstreeks met de ontvanger, in tegenstelling tot het ruilen bij het puzzelspel.



Figuur 4.7: De chatfunctie

De chatfunctie kan buiten het gewone chatten ook nog gebruikt worden ter ondersteuning van het spel. Als een speler het antwoord op een vraag niet weet, kan hij dit bijvoorbeeld aan een medespeler vragen. Ook kan de museumgids een zwakkere speler een hint geven via de chatfunctie.

Als de PDA waar de gebruikersapplicatie op draait de beschikking heeft over een ingebouwde digitale fotocamera, dan kan deze ook gebruikt worden in combinatie met de chatfunctie. Gebruikers kunnen een foto nemen van een object en er bovenop nog iets tekenen of schrijven. Een mogelijke toepassing is de volgende: een gebruiker moet bijvoorbeeld een vraag oplossen waar

hij het juiste beeldhouwwerk moet kiezen uit vier verschillende beeldhouwwerken. Als hij het antwoord niet weet kan hij een foto van de vier beelden maken en deze naar een medespeler sturen met de vraag welk beeld het juiste is. Deze medespeler kan op zijn beurt dan het juiste beeld omcirkelen en de bewerkte foto weer terugsturen naar de eerste gebruiker.

Natuurlijk kan de chatfunctie in combinatie met het doorsturen van foto's nog voor tal van andere doeleinden gebruikt worden. Uit de usability study in hoofdstuk 6 zal blijken in welke mate en om welke redenen gebruikers de chatfunctie gebruiken.

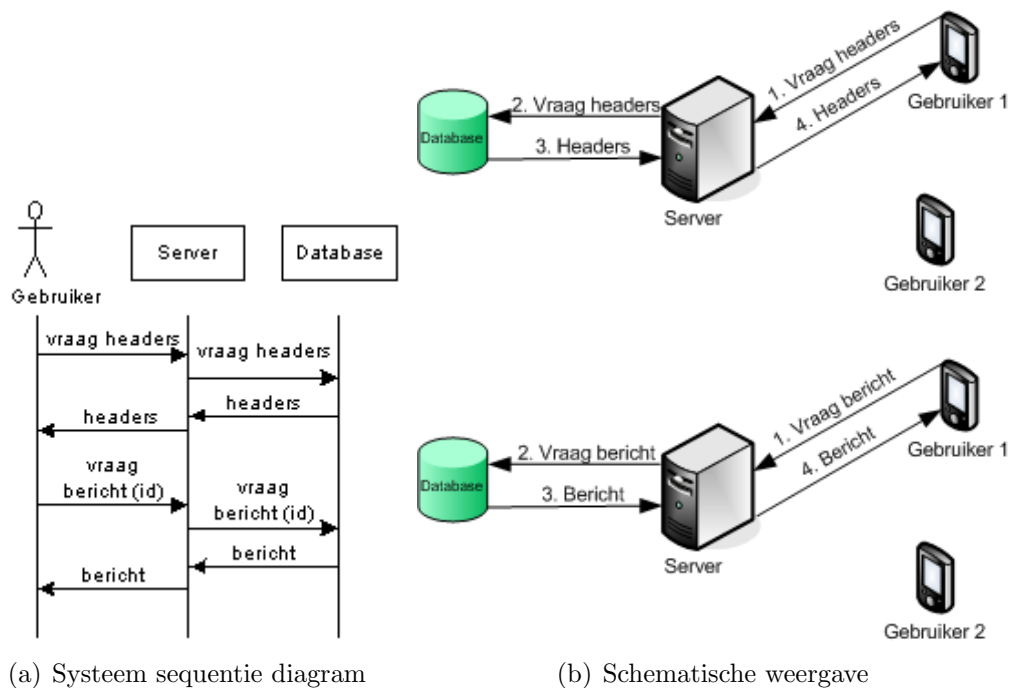
4.4.4 Het berichtenforum

Om de kennisuitwisseling, en in mindere mate het sociale netwerk, verder te ondersteunen is er een berichtenforum aan de museumpuzzel toegevoegd. Een forum is een soort tool om te discussiëren door middel van het plaatsen van berichten en het plaatsen van reacties op andere berichten. Het verschil tussen een forum en chatten is dat berichten op een forum door iedereen in de groep gelezen kunnen worden en dat ze voor langere tijd opgeslagen worden.

De werking van het forum wordt geïllustreerd aan de hand van figuur 4.8. Voor de overzichtelijkheid is de schematische weergave in twee delen gesplitst. Als een gebruiker het forum wil bekijken vraagt de gebruikersapplicatie alle headers van de forumberichten op bij de server (pijl 1 op figuur 4.8b boven). Een header van een forumbericht is niets meer dan de titel, de datum en de auteur van een bericht. De server hoeft niet veel meer te doen dan deze aanvraag door te geven aan de database (pijl 2). Vervolgens retourneert de database de headers via de server naar de gebruikersapplicatie (pijl 3 en 4). Om een bericht te lezen moet de gebruiker een header uit de lijst met headers kiezen. De gebruikersapplicatie vraagt dan de inhoud, die bij de gekozen header hoort, op bij de server (pijl 1 op figuur 4.8b onder). De server geeft deze aanvraag door aan de database (pijl 2) en deze retourneert vervolgens de inhoud van het gevraagde bericht (pijl 3 en 4). Het toevoegen van berichten gebeurt op een gelijkaardige manier. Alleen de gidsapplicatie kan berichten en reacties van het forum verwijderen.

Het forum van de museumpuzzel is niet direct toepasbaar binnen het spel, maar kan wel voor andere doeleinden, die verband houden met groepscommunicatie en kennisuitwisseling, gebruikt worden. Zo kan via het forum een handleiding over de museumpuzzel verspreid worden. Ook kan er bijvoorbeeld een elektronisch gastenboek worden bijgehouden waarin iedere bezoeker een berichtje kan achterlaten.

In het forum kan ook informatie over specifieke museumobjecten worden bijgehouden, in de zin van de besproken toepassingen in sectie 4.2. Museum-



Figuur 4.8: Bericht van het forum ophalen

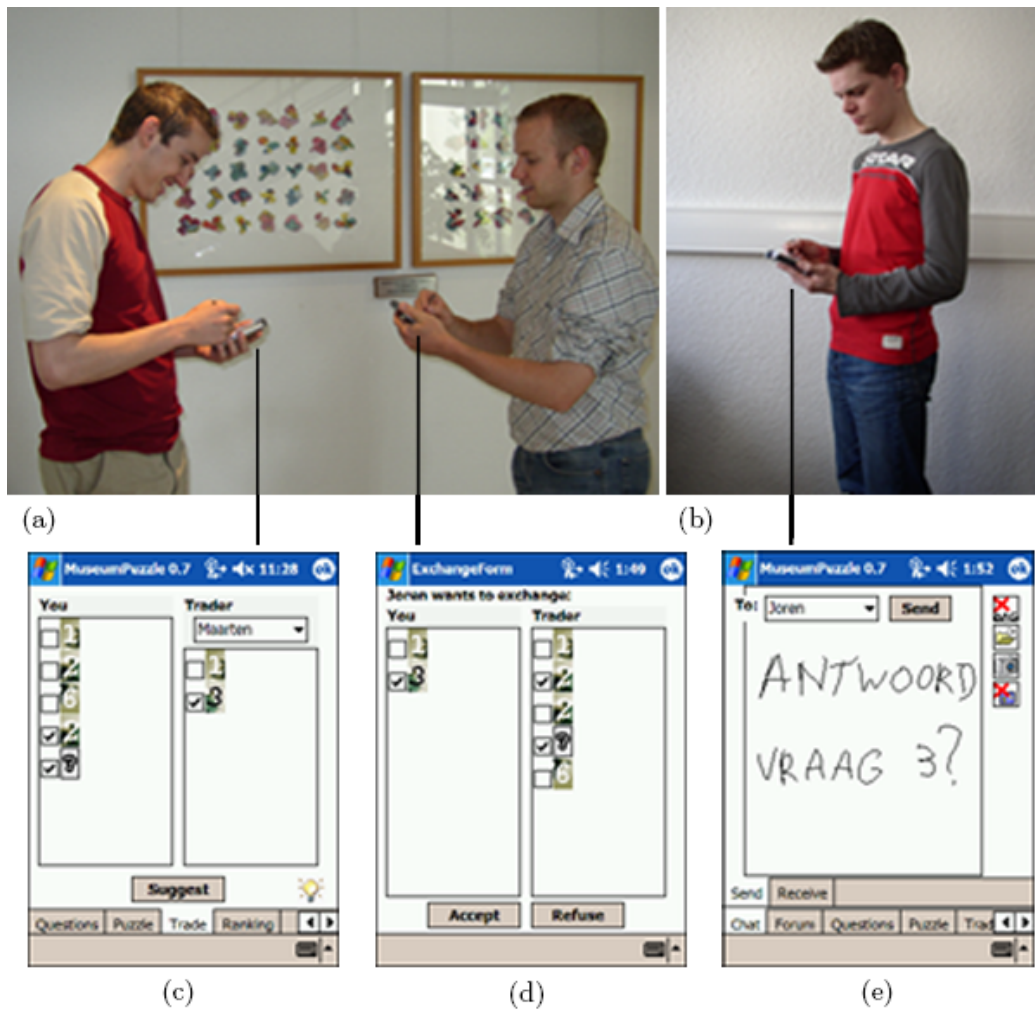
bezoekers kunnen dan informatie en opinies toevoegen over bepaalde objecten en lezen wat andere bezoekers er over geschreven hebben. In een ideale situatie zou deze functionaliteit van het forum dan ook gekoppeld moeten worden aan een location-aware systeem, zodat gebruikers bij het bekijken van een object in het museum ook de bijbehorende reacties uit het forum automatisch te zien krijgen.

De nadruk bij het berichtenforum zal eerder op de kennisuitwisseling dan op het sociale netwerk liggen. Dit komt doordat een forum een stuk statischer is dan bijvoorbeeld de chatfunctie. De verwachting is dat een forum of een soortgelijke functie vooral gebruikt gaat worden om informatie tussen het museum en zijn bezoekers en bezoekers onderling uit te wisselen. Het voordeel van een forum is dat er ook berichten en reacties te lezen zijn van bezoekers die op dat moment geen deel meer uitmaken van het sociale netwerk omdat ze zich bijvoorbeeld niet meer in het museum bevinden. Zo blijft hun ‘kennis’ of informatie voor langere tijd bewaard en beschikbaar voor toekomstige bezoekers.

4.4.5 In de praktijk

Nu de werking en de bedoeling van de museumpuzzel volledig is uitgelegd, zal er een voorbeeld worden gegeven van de applicatie in de praktijk. De details in verband met de implementatie van de museumpuzzel worden in hoofdstuk 5 gegeven. Op figuur 4.9 wordt een situatie getoond die zich kan voordoen in een museum. Er zijn twee personen te zien die zich in dezelfde ruimte bevinden (figuur 4.9a) en een persoon die zich in een andere ruimte bevindt (figuur 4.9b). Alledrie de personen gebruiken de museumpuzzel en ze maken dus deel uit van hetzelfde netwerk. De linkse persoon op figuur 4.9a heeft net een ruilvoorstel gedaan (figuur 4.9c) aan de persoon langs hem. Er kan vanuit gegaan worden dat deze twee personen de ruil al mondeling besproken hebben, aangezien ze langs elkaar staan. De tweede persoon op figuur 4.9a kan nu het ruilvoorstel aanvaarden of afwijzen zoals te zien is op figuur 4.9d. Duidelijkere screenshots van de ruilmogelijkheid zijn op figuur B.3 in bijlage B te vinden. In de tussentijd heeft de persoon op figuur 4.9b een probleem met het oplossen van een vraag. Deze persoon bevindt zich ergens anders in het museum en kan de andere personen dus niet zien. Omdat hij het antwoord op vraag 3 niet weet, stelt hij een vraag via de chatfunctie (figuur 4.9d). In dit voorbeeld stelt hij de vraag aan de linkse persoon op figuur 4.9a. Deze persoon ziet dat hij een tekstboodschap ontvangt door de metafoor van een lampje dat rechtsonder op zijn PDA oplicht (figuur 4.9c). Een duidelijkere screenshot van de chatfunctie is te zien op figuur 6.1 in sectie 6.2.1. Dit voorbeeld toont aan hoe bezoekers binnen een museum deel uit kunnen maken van het sociale netwerk met behulp van de museumpuzzel.

Voor een nog duidelijker beeld van de museumpuzzel is er een videofragment te vinden op de website van deze eindverhandeling [43].



Figuur 4.9: De museumpuzzel in de praktijk

Hoofdstuk 5

Implementatie van de museumpuzzel

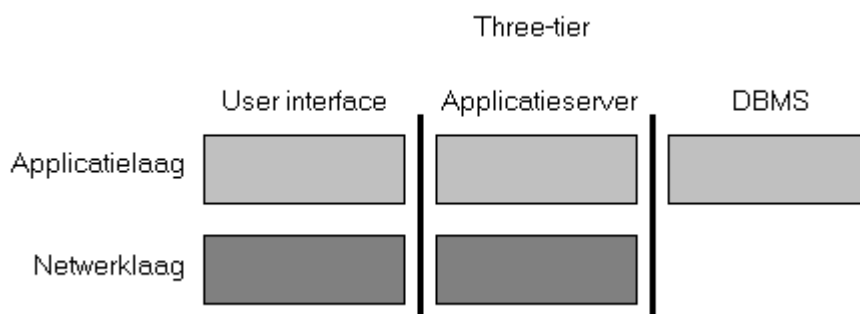
In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de implementatie van de museum-puzzel. Er wordt aangegeven hoe bepaalde problemen zijn opgelost en waarom er bepaalde keuzes zijn gemaakt. Ondanks dat dit hoofdstuk specifiek over de implementatie van de ontwikkelde testapplicatie gaat, zijn veel van de principes, gebruikte technieken en oplossingen voor problemen toepasbaar op mobiele gidsen voor groepscommunicatie in het algemeen.

5.1 Modulaire opbouw

De museumpuzzel is volledig geschreven in C# [44] en maakt gebruik van het Microsoft .NET Compact Framework [45]. Dit .NET Compact Framework is speciaal ontwikkeld voor het programmeren op PDA's en smartphones. De museumpuzzel is getest op PDA's met het Windows Mobile 2003 (Second Edition) [46] besturingssysteem.

Omdat de ontwikkelde mobiele gids vrij uitgebreid en complex is, is er gekozen om de implementatie op te delen in twee grote lagen, namelijk de *netwerklaag* en de *applicatielaag*. De netwerklaag verzorgt de communicatie over het draadloze netwerk tussen de mobiele apparaten onderling en de mobiele apparaten met de server. De applicatielaag omvat de user interfaces van de gebruikers- en gidsapplicatie, de verwerking van de data op de server en de opslag van data in de database. De opdeling in netwerklaag en applicatielaag lijkt op het eerste zicht tegenstrijdig met de in sectie 4.4 aangehaalde three-tier architectuur die de mobiele gids opdeelt in een user interface, een applicatieserver en een database management system. Dit is echter niet zo. De opdeling in netwerklaag en applicatielaag zorgt namelijk voor een nog gro-

tere modulariteit van het systeem (zie figuur 5.1). Er kan met dit systeem bijvoorbeeld een ander soort applicatie voor groepscommunicatie bovenop de bestaande netwerklaag worden geschreven. Tevens kan voor de bestaande applicatielaag een nieuwe netwerklaag geschreven worden die werkt via een andere netwerktechniek (bijvoorbeeld Bluetooth). Ook de modulariteit van de three-tier architectuur blijft behouden. Men kan bijvoorbeeld een nieuwe client schrijven voor een ander soort mobiel apparaat zonder wijzigingen in de andere tiers aan te brengen.



Figuur 5.1: Samenspel three-tier met netwerk- en applicatielaag

5.2 Netwerklaag

In deze sectie ligt de nadruk op de onderliggende netwerklaag waarop de museum puzzel gebouwd is. De communicatie tussen de verschillende PDA's die zich in het WLAN bevinden, zal gebeuren via de three-tier architectuur, een speciale vorm van de client-server architectuur (zie de vorige sectie en sectie 4.4). De gebruikers en de gids zijn de clients die in verbinding staan met een server die op zijn beurt dan weer communiceert met een database (zie figuur 4.1 en 5.1). Opdat de clients en de server elkaar zouden begrijpen, verloopt de communicatie via een speciaal ontwikkeld protocol.

5.2.1 Communicatie via server

De server is het centrale punt in het mobiele gids systeem. Alle communicatie (met uitzondering van de chatfunctie) passeert de server, ook als twee PDA's onderling communiceren.

Wanneer de gebruikers interageren met de applicatie is er op de achtergrond steeds communicatie tussen hun PDA en de server. Deze communicatie

bestaat grotendeels uit het uitwisselen van tekstboodschappen (zie ook 5.2.2) en verloopt via TCP, om ervoor te zorgen dat alle verzonden berichten ook daadwerkelijk in de juiste volgorde arriveren bij de ontvanger. De connectie tussen client en server wordt opgezet door gebruik te maken van ‘sockets’¹. Aan de serverzijde wordt er voortdurend geluisterd naar binnenkomende requests van de verbonden clients. Wanneer de server boodschappen ontvangt van de client zal hij afhankelijk van de boodschap iets terugsturen dat vervolgens weer verwerkt zal worden door de client. Deze communicatie verloopt over de socketverbinding die van begin tot einde open zal staan. Er zal dus niet telkens een nieuwe connectie gemaakt moeten worden wanneer de clients willen communiceren met de server (in tegenstelling tot de verbinding bij bestandsoverdracht).

De netwerklaag moet het ook mogelijk maken dat er bestanden worden uitgewisseld tussen client en server en tussen de clients onderling. Om deze bestandsuitwisseling goed te laten verlopen is er gekozen dit te laten gebeuren via een aparte socketverbinding, zodat de data goed gescheiden blijft. Om dit te verwezenlijken draait bij de clients een mini-servertje (uitsluitend voor bestandsuitwisseling) op de achtergrond. Wanneer de server (of een andere client) een bestand wil versturen naar een bepaalde client, zal de zender een nieuwe connectie opzetten met het mini-servertje van de betreffende client. De communicatie betreffende de bestandsuitwisseling en het uitwisselen zelf zal dan verlopen via de nieuw opgezette connectie. Wanneer het bestand goed is aangekomen bij de ontvangende partij en het onderhandelen ten einde is, zal de connectie worden afgesloten door de ontvangende partij.

5.2.2 Protocol

Een protocol is een soort taal die overeengekomen wordt zodat client en server elkaar begrijpen als er data wordt uitgewisseld. Aangezien de data die uitgewisseld wordt bij een applicatie voor groepscommunicatie specifiek is, is er een eigen protocol ontwikkeld waarmee de clients en de server met elkaar kunnen communiceren. Er is gekozen voor een taal die bestaat uit commando’s, eventueel gevolgd door extra gegevens. De algemene vorm is als volgt:

```
<%COMMANDO%>[,param1 , param2 , . . . ]
```

waarbij de parameters afhankelijk zijn van het commando dat gegeven wordt.

Meer concrete voorbeelden zijn:

¹Sockets worden gebruikt als begin- en eindpunt voor het verzenden en ontvangen van data tussen twee computers

`<%NEWGROUP%>,groepsnaam`

Commando dat door de gids (client) gestuurd wordt naar de server wanneer hij/zij een nieuwe gebruikersgroep wil toevoegen aan de database.

`<%STARTFILESEND%>,bestandsnaam , bestandsgroote`

Commando dat door client naar server gestuurd wordt om te laten weten dat hij klaar is om een bestand met bepaalde naam en grootte te ontvangen.

`<%ERROR%>,errorcode`

Commando dat door server naar client gestuurd wordt wanneer hij een bepaalde request niet kan uitvoeren (bijvoorbeeld omdat de database niet beschikbaar is).

De volledige communicatie tussen clients en server is gebaseerd op het uitwisselen van tekstboodschappen. In bijlage D is het volledige protocol opgenomen.

Een andere mogelijkheid om te communiceren is door gebruik te maken van geserialiseerde objecten. De huidige versie (1.1) van het .NET Compact Framework ondersteunt serialisatie en deserialisatie echter niet [47]. Om dan toch gebruik te maken van serialisatie zou er gebruik gemaakt moeten worden van third party software. Aangezien de communicatie met tekstboodschappen heel goed mogelijk is, is er gekozen om geen serialisatie te gebruiken. Toekomstige versies van het .NET Compact Framework zouden serialisatie en deserialisatie wel ondersteunen.

5.3 Applicatielaag

Nu de implementatie van de netwerklaag is beschreven, is het de beurt aan de beschrijving van de applicatielaag. Er zal concreet worden ingegaan op de verschillende onderdelen van de museumpuzzel.

5.3.1 Vragen en antwoorden

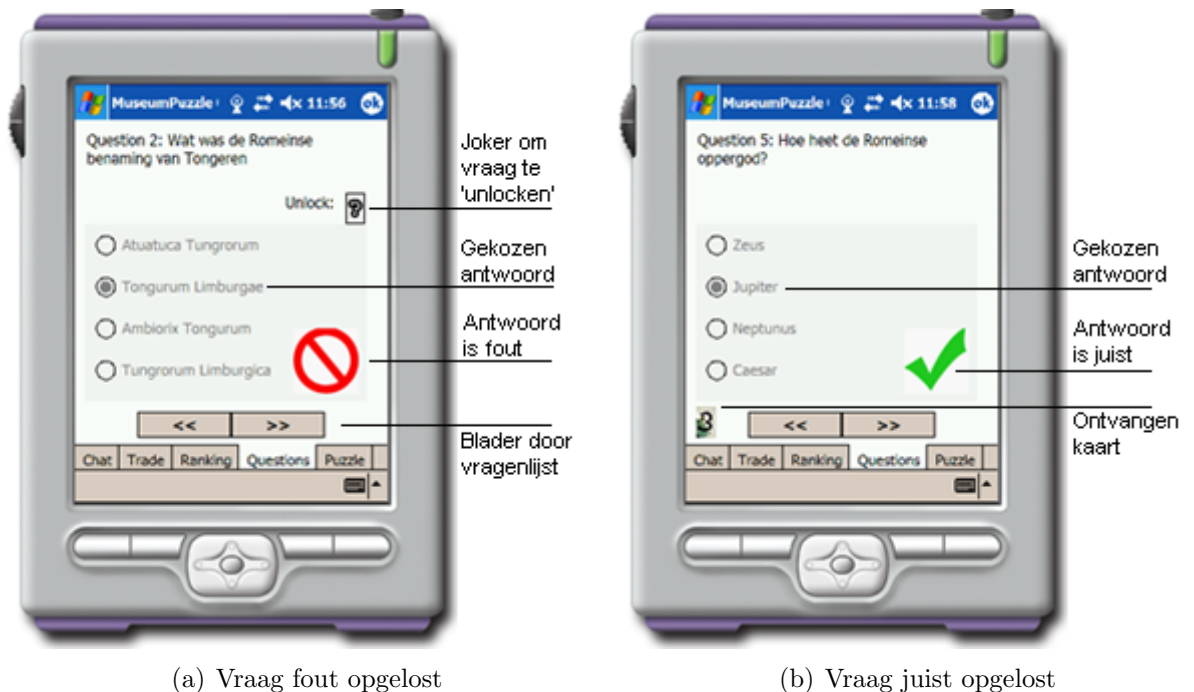
Zoals in sectie 4.4 beschreven, kunnen de gebruikers puzzelstukken verdienen door vragen over het museum op te lossen. De vragen en de antwoorden worden opgesteld en opgeslagen in een XML-bestand. De vragen en de juiste antwoorden zijn bewust opgeslagen in aparte bestanden, daar de vragenlijst naar iedere gebruiker wordt gestuurd. Een slimme gebruiker zou anders in dit XML-bestand op zoek kunnen gaan naar de juiste antwoorden. Deze antwoorden blijven dus netjes op de server staan. Daarbij volgt uit de three-tier architectuur dat data (het verifiëren van gegeven antwoorden) verwerkt moet worden aan de kant van de server.


```

<?xml version="1.0"?>
<questions answer_src="answers1.xml" puzzle="dodecaeder">
  <multiple_choice>
    <multiple_choice>
      <question q_id="102">
        Wat was de Romeinse benaming van Tongeren?
      </question>
      <answer a_id="1">Atuatuca Tungrorum</answer>
      <answer a_id="2">Tongurum Limburgae</answer>
      <answer a_id="3">Ambiorix Tongurum</answer>
      <answer a_id="4">Tungrorum Limburgica</answer>
    </multiple_choice>
    <question q_id="105">
      Hoe heet de Romeinse oppergod?
    </question>
    <answer a_id="1">Zeus</answer>
    <answer a_id="2">Jupiter</answer>
    <answer a_id="3">Neptunus</answer>
    <answer a_id="4">Caesar</answer>
  </multiple_choice>
</questions>

```

Figuur 5.2: XML van vragen



Figuur 5.3: Vraag oplossen

De opmaak van het XML-bestand voor vragen is vrij eenvoudig. In figuur 5.2 staat een voorbeeld van een XML-bestand met quizvragen. De huidige versie van de museumpuzzel ondersteunt alleen multiple choice vragen met vier antwoordmogelijkheden. Bij iedere vraag en de bijbehorende antwoordmogelijkheden hoort een uniek ID-attribuut wat onder andere in de database en het XML-bestand voor de antwoorden wordt gebruikt.

De juiste antwoorden worden dus in een XML-bestand opgeslagen dat zich steeds op de server bevindt. De opzet is heel eenvoudig: per vraag-ID wordt het juiste antwoord-ID gegeven. Een voorbeeld van een XML-bestand met antwoorden is te vinden in bijlage A. Het door een gebruiker gekozen antwoord-ID wordt op de server geverifieerd met de juiste antwoorden die de server uit de database haalt (zie verderop in sectie 5.3.3).

In figuur 5.3 zijn twee screenshots te zien waar een vraag uit het XML-bestand van figuur 5.2 respectievelijk foutief en correct wordt opgelost.

5.3.2 Puzzelstukken

Om het spel tot een goed einde te brengen, moet de gebruiker alle puzzelstukjes verzamelen. De puzzelstukjes zijn gewone digitale afbeeldingen. Ze worden in het begin van het spel samen met het XML-bestand met vragen naar alle gebruikers gestuurd. Zo duurt het wat langer voordat het spel kan beginnen, maar tijdens het spelen hoeven geen digitale afbeeldingen meer over en weer gestuurd te worden. Dit zorgt dat het netwerk tijdens het spelen zo min mogelijk belast wordt.

Elke gebruikersapplicatie bezit een lijst met reeds verworven puzzelstukjes. Als een speler een kaart krijgt (hetzij door ruilen, hetzij door het juist oplossen van een vraag), stuurt de server een ID naar de gebruiker. De gebruikersapplicatie voegt nu gewoon het met dat ID corresponderende puzzelstukje toe aan zijn lijst van verworven puzzelstukken.

Om puzzelstukken te verwijderen (bij het ruilen bijvoorbeeld) stuurt de server een verwijderboodschap met een ID. De gebruikersapplicatie verwijdert vervolgens het overeenkomende puzzelstukje uit zijn lijst.

Als een gebruiker alle puzzelstukjes verzameld heeft, worden de andere gebruikers en de gids hiervan op de hoogte gesteld. De speler is nu klaar met het spel, maar hij kan wel nog de chatfunctie gebruiken en eventueel fout opgeloste vragen juist proberen te beantwoorden. De andere spelers kunnen nog verder spelen.

5.3.3 Database

Bij de ontwikkeling van een applicatie voor groepscommunicatie, dient er ook een centraal punt te zijn waar gegevens worden bijgehouden over en voor de groep. Deze informatie kan variëren naargelang het type applicatie. In het concrete geval voor groepscommunicatie binnen een museum is dit informatie betreffende de indeling van de groepen, gegevens per gebruiker (bijvoorbeeld het aantal juiste antwoorden bij een quiz), enz.

De meest voor de hand liggende keuze om de gegevens op te slaan is het gebruik van een database. Dit database management system is tevens de derde tier uit de three-tier architectuur. De dag van vandaag wordt er een grote waaier aan databases aangeboden. Hierbij kan gedacht worden aan Microsoft Access [48], Oracle [49], DB2 [50], MySQL [51] en Microsoft SQL Server [52].

Vermits er slechts een lichtgewicht database nodig is waar geen kosten aan verbonden zijn, is er gekozen voor MySQL in het kader van de museumpuzzel. Wanneer de clients zich aanmelden bij de server zullen zij in de database worden opgeslagen met hun IP als primaire sleutel zodat deze data dan ook verder gebruikt kan worden om bijvoorbeeld per gebruiker de antwoorden op een bepaalde vraag op te slaan.

De server is de enige partij die zal communiceren met de database om afhankelijk van de context de correcte informatie terug te sturen naar de clients.

De database bevat informatie over alle gebruikers die op het systeem zijn aangemeld en informatie over de door hen gekozen antwoorden. Als een gebruiker zich aanmeldt op de server zal de server deze gebruiker toevoegen aan de database. De tabel voor de gebruikers bestaat uit een veld voor het IP-adres, een veld voor de naam en een veld voor de groep waartoe een gebruiker behoort (tabel 5.1). De groep waartoe een gebruiker behoort wordt niet gebruikt in de museumpuzzel, maar kan wel gebruikt worden in andere applicaties voor groepscommunicatie waarbij het wel interessant kan zijn om gebruikers in groepen te verdelen.

ip	VARCHAR(30)	primary key
name	VARCHAR(50)	unique
groupid	INT(3)	

Tabel 5.1: De ‘users’ tabel

De database beschikt ook over een tabel met vragen. Deze tabel bestaat uit het IP van de gebruiker en de vragenlijst die door de gids gekozen is (tabel 5.2). Voor iedere vraag wordt een apart veld aangemaakt. Vragen worden

ingelezen uit het XML-bestand met vragen. De eerste rij van de tabel bestaat uit de antwoorden uit het XML-bestand met antwoorden. Deze handelingen gebeuren allemaal op het moment dat de museumgids het spel start. Tijdens het spel wordt de tabel gevuld met de gekozen antwoorden van de gebruikers.

userIp	VARCHAR(30)	primary key
question1	VARCHAR(50)	
question2	VARCHAR(50)	
...	VARCHAR(50)	

Tabel 5.2: De ‘questions’ tabel

Naast tabellen om de gebruikers en de antwoorden in op te slaan, bevat de database ook twee tabellen voor het opslaan van berichten en reacties die op het berichtenforum (zie sectie 4.4.4) gepost worden. De tabel voor de berichten bestaat uit het ID van het bericht, de datum wanneer het gepost is, een titel, het bericht zelf en de auteur (tabel 5.3).

id	INT(11)	primary key
date	DATETIME	
title	VARCHAR(150)	
message	TEXT	
author	VARCHAR(50)	

Tabel 5.3: De ‘messages’ tabel

De tabel voor de reacties tenslotte bestaat uit een ID voor de reactie, een ID voor het bericht waar de reactie bij hoort, de datum wanneer de reactie gepost is, de reactie zelf en de auteur (tabel 5.4).

id	INT(11)	primary key
messageId	INT(11)	
date	DATETIME	
message	TEXT	
author	VARCHAR(50)	

Tabel 5.4: De ‘replies’ tabel

5.3.4 Server-, gids- en gebruikersapplicatie

Zoals reeds vele malen gezegd vormt de server-applicatie het kloppende hart van de museum puzzel. Alle communicatie verloopt via de server. De server

is nauw verbonden met de database en zal afhankelijk van de context data (al dan niet uit de database) sturen naar één of meerdere clients.

De gidsapplicatie is de leider van de museumpuzzel. Via deze applicatie wordt aangegeven wie aan het spel meedoet en met welke puzzel en vragen er gespeeld wordt. De gidsapplicatie kan verder het spel starten en stoppen. Ook kan er contact gehouden worden met de deelnemers via de ingebouwde chatfunctie. Zo kunnen spelers die er niet zo goed voorstaan wat geholpen worden.

De gebruikersapplicatie staat op de PDA van iedere gebruiker. Via deze applicatie communiceren de verschillende museumbezoekers met elkaar en met de server-applicatie. In bijlage B zijn een aantal screenshots van de gebruikersapplicatie opgenomen.

5.3.5 Chatfunctie

De chatfunctie staat eigenlijk los van het puzzelspel en communiceert ook op een andere manier. Via de chatfunctie kunnen gebruikers boodschappen en foto's met elkaar uitwisselen (zie sectie 4.4.3). In tegenstelling tot het puzzelspel communiceert de chatfunctie niet met de server. Een boodschap van gebruiker A naar gebruiker B gaat dus niet via de server, zoals dat bij de rest van de museumpuzzel wel het geval is. De gebruikersapplicatie van gebruiker A zet een rechtstreekse verbinding op met de applicatie van gebruiker B en deze verbinding wordt terug afgebroken bij aankomst van de boodschap.

Het schrijven en tekenen is gebaseerd op de AniEd-component die vrij gebruikt mag worden [53]. Bij het versturen van een tekening wordt een PANI-bestand (Pocket ANI), een bestand met de coördinaten van de getekende boodschap, naar de geadresseerde gebruiker gestuurd.

Zoals in sectie 4.4.3 vermeld, is het ook mogelijk om zelfgenomen foto's door te sturen naar andere gebruikers. Intern houdt dit niet veel meer in dan het oversturen van een JPEG-bestand, op dezelfde wijze als de PANI-bestanden.

Een screenshot van de chatfunctie is te zien in figuur 6.1 in het volgende hoofdstuk.

5.4 Ondervindingen tijdens onderzoek en ontwikkeling

Tijdens de ontwikkeling van de museumpuzzel hebben zich verschillende problemen voorgedaan. In deze sectie worden de belangrijkste problemen kort

weergegeven. Tevens wordt, waar mogelijk, een gebruikte oplossing aangedragen.

Een eerste probleem is dat het bereik van WLAN niet zo groot is als aanvankelijk gedacht. Waar technisch gezien een bereik van 100 meter mogelijk is, is dat in de praktijk veel minder (wegens interferentie van muren en dergelijke). Dit probleem is gemakkelijk op te vangen door meer access points, danwel versterkers te plaatsen.

Een ander probleem is dat de connectie niet altijd even stabiel is. Om een goede werking van de applicatie te garanderen is er een constante connectie tussen de clients en de server nodig omdat er constant data moet worden uitgewisseld. Wanneer een client de keuze heeft uit verschillende access points, probeert zijn netwerkkaart altijd het access point te kiezen met het sterkste signaal, met als gevolg dat de connectie tussen de client en de server heel even kan wegvallen. Dit zorgt ervoor dat de client in kwestie niet meer met de server geconnecteerd is. Bijgevolg kan de client niet meer met de server communiceren, waardoor hij geen deel meer uitmaakt van het netwerk. Dit is op te lossen door de clients en de server met elkaar te laten communiceren volgens de ‘ad-hoc’ opzet. Bij deze opzet staan alle clients rechtstreeks (‘point-to-point’) in verbinding met de server. Een andere manier om dit op te lossen is om er softwarematig voor te zorgen dat de client terug verbonden wordt met de server wanneer dat mogelijk is, zodat de gebruiker terug kan deelnemen aan de puzzel.

Een derde probleem dat de kop opstak tijdens de ontwikkeling van de museumpuzzel is het batterijverbruik. Bij normaal gebruik gaan de batterijen van een PDA vaak tien uur of langer mee. Het gebruik van WLAN heeft echter een grote impact op de levensduur van de batterijen. Om deze reden moet er rekening worden gehouden met batterijverbruik bij het ontwikkelen van applicaties voor mobiele apparaten die gebruik maken van WLAN. Het zou immers uitermate vervelend zijn voor gebruikers van de museumpuzzel als hun applicatie midden in het spel uitvalt omdat de batterij van hun PDA leeg is.

Tijdens de ontwikkeling van de museumpuzzel is de schaalbaarheid (scalability) van de applicatie en het netwerk nog niet uitgebreid getest kunnen worden. Het is belangrijk om te weten hoe de museumpuzzel en het netwerk zich gedragen als er een groot aantal gebruikers tegelijk de museumpuzzel gebruiken. Uiteraard wordt dit getest in de usability study in hoofdstuk 6.

Hoofdstuk 6

Usability study

In dit hoofdstuk wordt de usability study beschreven die is uitgevoerd op de museumpuzzel. De aandacht gaat uit naar het ontwerp van de GUI, alsmede naar netwerkaspecten zoals de schaalbaarheid, de snelheid en de persistentie van de connectie. De usability study is belangrijk, omdat de applicatie dan door de ogen van personen wordt bekeken die niet aan de ontwikkeling hebben meegewerkt. Ook kunnen tijdens de testen bepaalde problemen of technische mankementen van de applicatie en het netwerk ontdekt worden.

De usability study die in dit hoofdstuk wordt uitgevoerd levert geen statistische data op zoals gebruikelijk is. Er zijn namelijk geen interessante objectieve metingen te doen op de museumpuzzel. Er kan bijvoorbeeld niet gemeten worden hoe lang een gebruiker gemiddeld over een bepaalde taak doet, omdat de mobiele gids de gebruikers net de mogelijkheid biedt om alles op eigen tempo te doen. Verder kan de museumpuzzel ook niet met bestaande toepassingen vergeleken worden (omdat deze niet bestaan of niet voor handen zijn), waardoor ook op dit terrein geen vergelijkende gegevens vergaard kunnen worden. De usability study met betrekking tot de GUI beperkt zich hier dan ook tot grotendeels subjectieve waarnemingen over deze GUI en de samenwerking in groep.

6.1 Testplan

In deze sectie wordt het testplan besproken dat gebruikt is om de usability test uit te voeren. De keuze van de testgebruikers, de uit te voeren taken en het verloop van de testen moet op voorhand worden bepaald.

6.1.1 Testgebruikers en testomgeving

Om museumbezoekers zo goed mogelijk te benaderen, moeten er testpersonen worden gebruikt die weinig ervaring hebben met een PDA. De personen moeten slechts een minimale uitleg over de werking van het programma krijgen, vergelijkbaar met hoe het in de toekomst zou moeten als dergelijke systemen in echte musea worden gebruikt. Het is namelijk niet interessant voor bezoekers om eerst een uitgebreide uitleg en/of handleiding over de werking van de mobiele gids te moeten krijgen.

Het aantal testgebruikers moet ongeveer vergelijkbaar zijn met het aantal bezoekers dat in een museum gemiddeld aan één rondleiding met gids meedoet. In de testen is gebruik gemaakt van slechts een zevental testpersonen die gelijktijdig aan het spel deelnemen. Door beperkingen op het gebied van de beschikbare hardware kan er in het kader van deze eindverhandeling niet met meer personen worden getest. De voor de usability study gebruikte versie van de museumpuzzel heeft nog geen beschikking over het berichtenforum dat aangehaald is in sectie 4.4.4.

De beste testomgeving is uiteraard een echt museum. Omdat het niet doenbaar is om in een echt museum een draadloos netwerk aan te leggen voor slechts één enkele usability study, wordt als testomgeving een soort simulatie van een echt museum met dummy museumobjecten gebruikt.

6.1.2 Taken

De eerste taak houdt verband met de GUI en de werking van de museumpuzzel. Er wordt getest of de GUI gebruiksvriendelijk en gemakkelijk te gebruiken is. Dit wil zeggen dat de testpersonen begrijpen hoe het programma in het algemeen werkt, dat ze gemakkelijk hun weg vinden in het programma en dat ze weten wat de verschillende knopjes en opties inhouden. Deze taak wordt uitgevoerd in twee sessies met verschillende puzzels.

Als laatste wordt er, zonder de testpersonen, nog een test gedaan van de schaalbaarheid (scalability) van het netwerk.

6.1.3 Verloop van de testen

De twee sessies van de eerste taak worden achter elkaar afgewerkt. Voordat de echte testen beginnen worden er nog eerst enkele pilot-testen uitgevoerd zonder de testpersonen, om nog een laatste keer te controleren of de applicatie naar behoren werkt. Zoals reeds vermeld krijgen de testgebruikers slechts een beperkte uitleg over de applicatie. De duur van de testen hangt af van de

gebruikers. Hoe sneller ze de puzzel compleet hebben, hoe sneller het spel is afgelopen.

De taak is simpel: de testpersonen spelen gewoon het spel in twee sessies met telkens een andere puzzel. De spelvragen die de gebruikers krijgen zijn speciaal opgesteld voor de gesimuleerde museumruimte (zie sectie 6.1.1). Na afloop van deze twee sessies, krijgen de testgebruikers een vragenlijst over de test voorgelegd. Deze vragenlijst is opgenomen in bijlage C. De vragenlijst is opgedeeld in verschillende delen. Eerst volgen er enkele globale vragen over de achtergrond van de gebruiker (leeftijd, computerkennis) en zijn ervaringen met een PDA. In de tweede sectie staan een aantal vragen over de applicatie zelf. Er wordt gepeild naar de mening van de gebruikers over de applicatie. In het deel over de GUI gaan de vragen meer over de plaatsing van knopjes, de gebruikte metaforen, etc. Het voorlaatste deel behandelt een mogelijk scenario waarover een aantal vragen worden gesteld en tenslotte worden nog enkele afsluitende vragen gesteld in het laatste deel.

Bij de tweede en laatste taak wordt de schaalbaarheid van het netwerk getest. Dit is een belangrijk aspect dat getest moet worden bij een applicatie voor groepscommunicatie. In het concrete geval van de museumpuzzel houdt dit in dat er gekeken moet worden naar het gedrag van de applicatie als er meer en meer gebruikers met elkaar communiceren. Wanneer dit gebeurt gaan er immers meer en meer boodschappen naar de server verstuurd worden, waardoor deze op zijn beurt weer meer boodschappen moet verwerken, wat tot enige vertraging (latency) kan leiden bij de clients (de gebruikers). Het is belangrijk dat deze vertraging niet te groot wordt, zodat de gebruikers op een vloeiende manier met de applicatie kunnen blijven werken. Om deze vertraging te testen wordt er een draadloze verbinding opgezet tussen twee computers, waarbij de ene dienst doet als server en de andere als client. Om de server te belasten met steeds meer dataverkeer worden er meer en meer bestanden naar de client gestuurd. Vervolgens stuurt de client een boodschap naar de server en wordt er gemeten hoe lang het duurt alvorens deze een reactie op die boodschap terugkrijgt van de server, terwijl deze laatste nog steeds data aan het versturen is.

6.2 Resultaten

In deze sectie worden de resultaten behandeld die verkregen zijn door het uitvoeren van de opgesomde taken in sectie 6.1.2.

6.2.1 Resultaten met betrekking tot de museumpuzzel

De resultaten met betrekking tot de GUI en de werking van de applicatie zijn verkregen door het evalueren van de vragenlijst die iedere testpersoon na afloop heeft moeten invullen en door de observatie van de testpersonen tijdens de eerste taak.

Globaal

De testpersonen bestonden uit een mix van mensen met uitstekende en minimale computerkennis. Slechts een enkeling had al eerder met een PDA gewerkt. Voor de testen werden zeven testpersonen gebruikt, zes mannen en een vrouw. De gemiddelde leeftijd van de testpersonen lag rond de 20 jaar. Het waren allemaal studenten die informatica, kennistechnologie, handelsingenieur of biomedische wetenschappen studeerden. Het zou uiteraard beter zijn als er testpersonen uit verschillende leeftijdscategorieën worden gebruikt.

Niemand had problemen met de grootte van het scherm of het gewicht van de gebruikte PDA's. Vooral het feit dat niemand de PDA te zwaar vond is verrassend, maar kan verklaard worden doordat de gebruikers maar twee keer een kwartier in contact met de PDA's zijn geweest. Misschien dat hun mening anders zou zijn als ze langere tijd in een grotere ruimte hadden rondgelopen met hun PDA's. Enkele gebruikers verklaarden dat de invoer op een PDA met een pennetje even wennen is, maar wel handig.

Bijna geen enkele testpersoon bezocht geregeld een museum. Een overgrote meerderheid verklaarde dit wel eerder te zullen doen als musea technologieën zoals de museumpuzzel zouden gebruiken. Dit maakt volgens hen een museumbezoek veel interessanter. Een enkeling zei dat hij een museum met een soort museumpuzzel eerder met kinderen zou bezoeken.

Iedereen gaf te kennen dat het een goede ontwikkeling is dat musea steeds meer gebruik maken van nieuwe technologieën om informatie over te brengen. Verscheidene testpersonen dachten dat een museumbezoek zo interessanter en de informatie persoonlijker zou worden. Eén testpersoon verwachtte dat musea zo een beetje van hun 'stoffige imago' zouden afkomen.

Applicatie

De gebruikers kregen slechts een beperkte uitleg over de applicatie. De meeste testpersonen begrepen snel wat de bedoeling van het spel was. Zoals in sectie 4.3.2 wordt aangegeven, moet de GUI intuïtief werken en moeten gebruikers snel met de interface vertrouwd geraken. Op een enkeling na, vond iedereen gemakkelijk zijn weg in het programma. Toch gaven enkele gebruikers aan

dat ze graag een korte handleiding in de applicatie ingebouwd hadden gezien, omdat ze nu via ‘trial-and-error’ de betekenis van bepaalde knoppen en functies moesten achterhalen. Via het later ingebouwde berichtenforum (zie sectie 4.4.4) is een dergelijke handleiding toevoegen heel eenvoudig. Zoals gezegd had de versie van de museumpuzzel ten tijde van de usability study nog geen beschikking over dit forum. De meeste personen begrepen het systeem van de toekenning van een puzzelstukje bij het goed oplossen van een vraag. Een enkeling vond dit in eerste instantie niet zo duidelijk.

Het gebruik van de ruilfunctie bleek voor de testpersonen geen enkel probleem, ondanks de verwachting dat deze functie misschien te ingewikkeld zou zijn. Iedereen verklaarde zowel zelf voorstellen te hebben gedaan als er te hebben ontvangen. Vooraf bestond er namelijk de vrees dat men bij het gebruik van de ruilfunctie geen goed overzicht zou hebben van welke puzzelstukjes geruild mogen worden (stukjes die een gebruiker meerdere malen bezit) en welke stukjes men beter niet ruilt (stukjes waarvan de gebruiker slechts één exemplaar bezit). Een mogelijke oplossing was al voorgesteld in de vorm van het sorteren van de puzzelstukjes. Echter, geen enkele testpersoon verklaarde hier last van te hebben.

Het gebruik van de joker leverde wel de nodige problemen op. Een joker in de museumpuzzel dient om een fout opgeloste vraag te ‘unlocken’ om vervolgens een nieuwe poging tot het juiste antwoord te kunnen doen (zie figuur 5.3 in het vorige hoofdstuk). Het merendeel van de gebruikers dacht in eerste instantie dat een joker gebruikt kon worden ter vervanging van een puzzelstuk dat men niet had. Als men bijvoorbeeld de puzzelstukken 1, 2, 3, 5 en 6 had, dachten deze gebruikers dat de joker kon gebruikt worden om het missende puzzelstuk 4 te vervangen, vergelijkbaar met de manier waarop jokers vaak in andere spellen worden gebruikt (bijvoorbeeld bij het woordspel Scrabble ter vervanging van een letter). Op basis van deze constatering is het aangeraden om de joker-metafoor te vervangen door een andere metafoor (bijvoorbeeld een ‘sleutel’) die de daadwerkelijke actie (het ‘unlocken’ van een vraag) beter uitbeeldt.

Op de vraag of men het spel beleefde als een groepsgebeuren of een individuele aangelegenheid werden verschillende antwoorden gegeven. 20% van de testpersonen vond het grotendeels een individueel spel, 80% vond het grotendeels een groepsspel. Een enkeling verklaarde de antwoorden op de vragen liever zelf te zoeken dan ze te vragen aan andere gebruikers.

Wat het spel betreft maakte het de testpersonen niet uit of ze de andere leden van de groep kenden of niet. Het ruilen met onbekende personen was geen enkel probleem. Bij het gebruik van de chatfunctie gaf 40% van de gebruikers toch aan dit liever in een groep van bekenden te doen. Dit komt waarschijnlijk omdat het chatten iets persoonlijker is dan het ruilen. Bij het

chatten worden immers handgeschreven boodschappen doorgestuurd. Uit de test kwam dit ook duidelijk naar voren. Er werd eerder en meer gechat tussen personen die elkaar al vóór de test kenden. Bij het ruilen was dit veel minder het geval.

Een aantal gebruikers had na afloop graag een overzicht van de vragen met de correcte antwoorden erbij gezien.

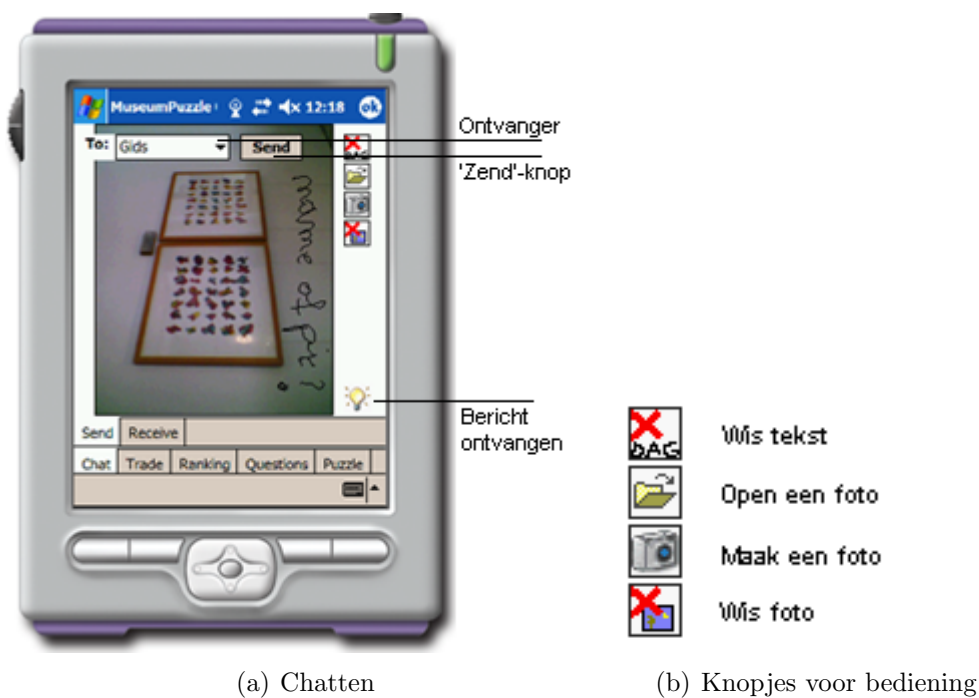
Chatfunctie

Iedere gebruiker die een PDA met ingebouwd fototoestel had, verklaarde dat hij het fototoestel had gebruikt. Helaas waren er te weinig PDA's uitgerust met een fototoestel om hier conclusies aan te verbinden. De gebruikers hadden allemaal gebruik gemaakt van de chatfunctie. Nadat er na verloop van tijd een testpersoon doorhad dat er ook foto's via de chatfunctie verstuurd konden worden, begonnen ook de andere gebruikers deze functie te benutten. De meeste testpersonen verklaarden de chatfunctie zowel voor het plezier als voor hulp bij het oplossen van vragen gebruikt te hebben. Een enkeling zei de chatfunctie gebruikt te hebben om over een mogelijke ruil van puzzelstukjes te onderhandelen. Niemand gaf aan dat ze de chatfunctie als vervanger van echt 'mondeling communiceren' hadden gebruikt. Zoals in sectie 4.3.2 wordt aangegeven is het ook de bedoeling dat de mobiele gids als aanvulling op mondelinge communicatie wordt gebruikt en niet ter vervanging.

Iedereen vond de manier om met het pennetje invoer in het chatvenster te schrijven een betere oplossing dan het aanklikken van letter op een virtueel toetsenbord, al duurde het bij sommigen enige tijd voor ze begrepen dat ze moesten tekenen in het chatvenster. Eén persoon had liever gezien dat beide manieren mogelijk waren. Sommige gebruikers hadden graag gezien dat de chatfunctie aan tekstherkenning deed omdat ze het geschrift van andere gebruikers soms niet goed konden lezen.

De chatfunctie is vergezeld van een aantal knoppen waarbij gebruik wordt gemaakt van metaforen om de actie uit te beelden (zie figuur 6.1). Om te testen of de gebruikers begrepen waarvoor de verschillende knopjes dienden (en dus impliciet testen of ze de metaforen begrepen), is er een vraag in de vragenlijst opgenomen waarbij de testpersonen langs ieder knopje moeten schrijven waar het volgens hen voor dient. Enkel het knopje om de foto te wissen was niet voor iedereen duidelijk.

In de huidige chatfunctie wordt enkel de laatste ontvangen boodschap getoond. Enkele personen hadden liever een soort van chatgeschiedenis gezien, waarbij men ook de oudere chatboodschappen kon blijven raadplegen.



Figuur 6.1: Chatfunctie

Scenario

Het voorlaatste deel van de vragenlijst bestaat uit een scenario waarin men een bezoek brengt aan een museum. Bezoekers hebben de keuze om het museum te bezoeken met een klassiek vragenformulier, een spel op PDA of zonder hulpmiddel. Aan de testgebruikers werd gevraagd wat zij zouden kiezen. De meesten geven de voorkeur aan de PDA omdat dit, zoals een testpersoon verwoordt, “het amusement in het museum verhoogd”. Het gebruik van een PDA is “leuker en niet alledaags” volgens een andere testpersoon. Weer een andere persoon vindt dat men met het gebruik van de PDA spelenderwijs van alles kan leren en dat men zo meer onthoudt dan wanneer men zonder hulpmiddel het museum zou bezoeken. Eén persoon zegt liever een museum zonder vragenformulier of spel op PDA te bezoeken omdat hij naar eigen zeggen een museum bezoekt om interessante dingen te zien en niet om een spel te spelen. Voor deze persoon zou een mobiele gids die extra informatie over objecten aanbiedt misschien interessanter zijn (zie sectie 4.2).

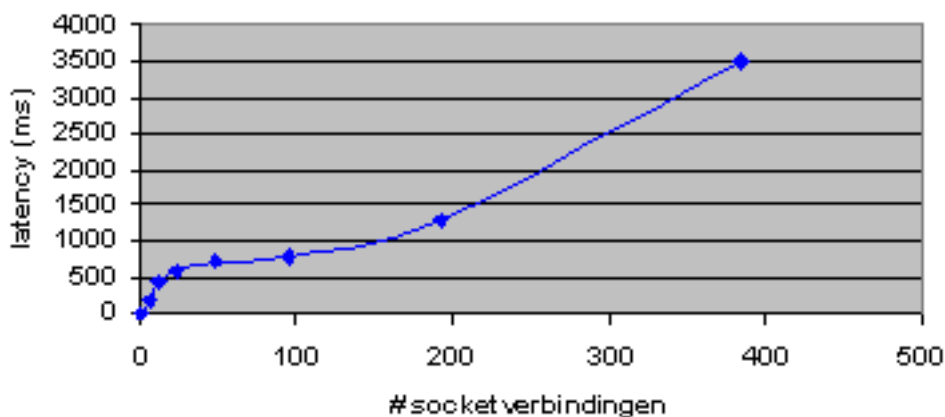
De testpersonen geven ook aan dat ze eerder geneigd zijn om te communiceren met onbekenden als ze daarvoor gebruik kunnen maken van de PDA.

Op de vraag of een bezoek aan een museum een groepsgebeuren is of niet

wordt wederom verdeeld gereageerd. 40% van de testgebruikers vindt van wel en vindt dat dit extra gestimuleerd moet worden, 40% vindt dat het een groepsgebeuren binnen een selecte groep is en 20% vindt dat een museumbezoek een individuele aangelegenheid is. Bijna iedere testgebruiker vindt het nuttig dat er applicaties voor groepscommunicatie binnen musea worden ontwikkeld. Enkele gebruikers merken op dat dit interessant kan zijn voor groepen kinderen of voor teambuilding. Dezelfde personen denken ook dat er een toekomst voor applicaties met groepscommunicatie is. Museumbezoekers zouden dan een veel tevredener gevoel hebben over hun bezoek.

6.2.2 Resultaten met betrekking tot het netwerk

Een belangrijk aspect dat getest moet worden bij een applicatie voor groepscommunicatie is de schaalbaarheid. Wanneer er steeds meer gebruikers deel uitmaken van het netwerk, kan er bij de gebruikers een vertraging optreden bij hun interactie met de applicatie (zie ook sectie 6.1.3). Om deze vertraging te testen wordt er, zoals reeds gezegd, een draadloze verbinding opgezet tussen twee computers, waarbij de ene dienst doet als server en de andere als client. De server wordt belast met steeds meer dataverkeer en er wordt gekeken hoe lang het duurt voordat de client een reactie krijgt van de server. Het resultaat van deze test is te zien in figuur 6.2. De resultaten die in de figuur zijn opgenomen, zijn de gemiddelde vertragingen van tien keer een boodschap te sturen en te wachten op reactie.



Figuur 6.2: Vertraging bij toename dataverkeer op server

In deze figuur is te zien dat, naarmate het verkeer toeneemt, de vertraging bij de clients toeneemt. Een belangrijke vaststelling hierbij is dat, hoewel de

hoeveelheid data per teststap verdubbeld werd, de vertraging per tijdsstap slechts met een kleine fractie omhoog gaat. Dit duidt er op dat de congestie beperkt blijft. Congestie kan optreden wanneer het dataverkeer sterk toeneemt, waardoor datapakketjes die niet aankomen opnieuw gestuurd moeten worden. Dit opnieuw sturen van pakketjes kan tot gevolg hebben dat de efficiëntie sterk daalt, omdat er steeds meer en meer pakketjes in het netwerk terecht komen. In het slechtste geval kan dit leiden tot congestie collapse, een toestand waarin de vraag naar data zeer hoog is, maar de doorstroming ervan zeer laag.

6.3 Conclusie

Met betrekking tot de de museumpuzzel blijkt één van de belangrijkste conclusies dat er interesse bestaat voor het gebruik van mobiele gidsen in musea. Ook het feit dat een merendeel van de testpersonen vond dat ze niet individueel, maar in groep bezig waren, is heel interessant.

De chatfunctie werd veelvuldig gebruikt. Dat de personen de chatfunctie daadwerkelijk hebben gebruikt om zowel gewoon te communiceren als om vragen op te lossen of te onderhandelen over een ruil is een belangrijke constatering. Dit toont impliciet aan dat de gebruikers er zich bewust van waren dat ze deel uitmaakten van een (sociaal) netwerk of groep en dat ze kennis met elkaar konden uitwisselen.

Als er naar de GUI gekeken wordt, kan er geconstateerd worden dat het gebruik van de joker-metafoor niet geheel duidelijk was. Zoals aangegeven is het beter om deze metafoor te vervangen door bijvoorbeeld een afbeelding van een sleutel. Ook het toevoegen van een beknopte handleiding blijkt gewenst. Tenslotte wilden de testgebruikers na afloop een overzicht van de vragen met het juiste antwoord erbij op hun PDA kunnen raadplegen. Deze opmerkingen zijn gemakkelijk aan te passen in een volgende versie van de museumpuzzel.

Met betrekking tot het netwerk blijkt uit de testen dat WLAN geschikt is als onderliggende techniek bij groepscommunicatie. Dit geschikt zijn houdt in dat de doorstroming van data bij toename van het aantal gebruikers aanvaardbaar is, zoals te zien is in figuur 6.2. Een tekortkoming van WLAN die tijdens het testen is gebleken, is het bereik ervan. Wanneer testpersonen de kamer verlieten werd hun verbinding al snel verbroken. Dit kan echter opgelost worden door gebruik te maken van signaalversterkers of meerdere toegangspunten, zoals al werd aangegeven in sectie 5.4.

Hoofdstuk 7

Conclusie

Het gebruik van steeds nieuwere technologieën in musea is een evolutie die voorlopig niet lijkt te stoppen. Binnen deze nieuwe technologieën past het gebruik van mobiele apparaten zoals PDA's. De huidige generatie mobiele gidsen voor musea zijn vooral gericht op de individuele bezoeker. Het verbinden van al deze losse apparaten tot een netwerk haalt de museumbezoeker uit zijn isolement als individuele bezoeker. Groepscommunicatie zorgt ervoor dat kennis tussen bezoekers kan uitgewisseld worden en dat bezoekers deel uit gaan maken van een sociaal netwerk. Er wordt steeds meer onderzoek gedaan naar het gebruik van mobiele gidsen die gericht zijn op meerdere gebruikers. Denk aan systemen als HIPS, Sotto Voce (beiden sectie 2.1) en uitbreidingen van Cicero (sectie 4.2).

Er is een testapplicatie ontwikkeld, in de vorm van een museumpuzzel, die zo goed mogelijk voldoet aan de in sectie 4.3 opgestelde doelstellingen van een mobiele gids. Deze museumpuzzel voorziet de gebruikers van een educatief spel waarbij ze op eigen tempo kennis kunnen opdoen, maar ook gestimuleerd worden om kennis uit te wisselen met andere museumbezoekers. Gebruikers geven aan dat de drempel om te communiceren met vreemde, onbekende bezoekers verlaagd wordt als de communicatie via de mobiele gids kan verlopen. De usability study uit het vorige hoofdstuk toont duidelijk aan dat er in musea een behoefte is naar mobiele apparaten met groepscommunicatie. Testpersonen geven te kennen dat ze eerder een museum zullen bezoeken als ze bij hun bezoek ondersteund worden door een mobiele gids. Tevens ervaren ze het spel eerder als een groepsgebeuren, dan als een individueel gebeuren, wat er op duidt dat de museumpuzzel zijn doel niet gemist heeft.

Ook als we kijken naar de technische kant van mobiele gidsen is er waardevolle informatie verkregen door het onderzoeken van de verschillende netwerktechnieken en het ontwikkelen van de testapplicatie. Zo blijkt uit hoofd-

stuk 3 dat WLAN als onderliggende netwerktechniek op dit moment de beste keuze is. Als voordeel over Bluetooth heeft WLAN een groter bereik en een grotere capaciteit. Een nadeel is wel dat het stroomverbruik van WLAN vrij hoog is. Toekomstige, krachtigere batterijen kunnen hier een uitkomst bieden. Verder blijkt WLAN theoretisch mooier voorgesteld te worden dan de praktijk uitwijst. Het daadwerkelijke bereik van het WLAN signaal is veel kleiner dan theoretisch mogelijk zou zijn. Wat de schaalbaarheid van het netwerk betreft, is uit de testen gebleken dat de latency bij de gebruikers toeneemt, maar dat deze toename aanvaardbaar is.

Hoofdstuk 8

Toekomstig werk

In deze korte nabeschuiving worden een aantal mogelijkheden gegeven die de volgende stappen kunnen zijn in het verder ontwikkelen van applicaties voor groepscommunicatie met een mobiele gids. Zoals uit de usability study en de conclusie blijkt, is er een toekomst voor mobiele apparaten met groepscommunicatie.

Toekomstig onderzoek moet zich nog meer richten op de uitwerking van de onderliggende netwerktechniek. Zoals reeds vele malen vermeld, is WLAN momenteel de beste keuze. Toch moet er nog onderzoek verricht worden naar hoe een WLAN netwerk binnen een museum het best gerealiseerd kan worden.

Een mobiele gids voor groepscommunicatie zou verder kunnen worden uitgebreid met locatiebepaling (location-aware). Op die manier kunnen gebruikers onderling communiceren en gegevens uitwisselen (interactie met elkaar) en daarnaast ook informatie krijgen over artefacten binnen het museum, afhankelijk van de positie waar ze zich bevinden (interactie met museum). Dit is vergelijkbaar met een uitbreiding van de forumfunctie van de museum-puzzel die in sectie 4.4.4 werd besproken. Verder zou er in de toekomst ook de mogelijkheid gegeven kunnen worden om gegevens uit te wisselen tussen artefacten en gebruikers. Deze uitbreiding maakt het mogelijk dat bezoekers van het museum opmerkingen of extra informatie kunnen achterlaten bij een artefact, zodat dit door andere bezoekers kan worden opgevraagd.

Groepscommunicatie in een museum leent zich voor veel mogelijkheden dan de educatieve spelvorm die in deze eindverhandeling als voorbeeld wordt genomen. In samenwerking met musea kunnen nog vele andere toepassingen ontwikkeld worden. Zo wordt er binnenkort het 'ARCHIE' project gestart aan het EDM (Expertisecentrum voor Digitale Media - Diepenbeek, België) [54]. Dit project voorziet in de multimediale ontsluiting van het Provinciaal Gallo-Romeins Museum van Tongeren met behulp van PDA's. Met

het onderzoeksproject wil men de mogelijkheden van een mobiele technologie (PDA of handheld) in een museale context verder onderzoeken.

Bijlage A

XML van antwoorden

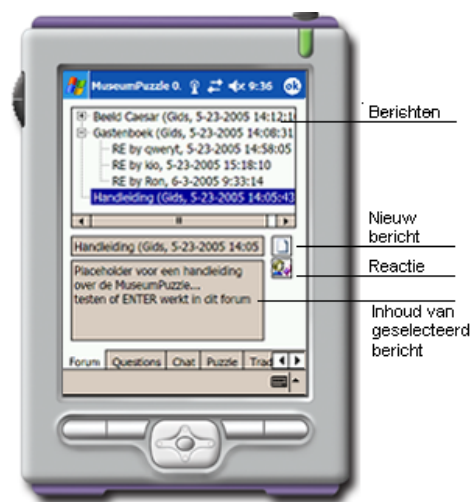
```
<?xml version="1.0" ?>
<answers>
  <multiple_choice>
    <question q_id="102" />
    <answer a_id="1" />
  </multiple_choice>
  <multiple_choice>
    <question q_id="105" />
    <answer a_id="2" />
  </multiple_choice>
</answers>
```

Bijlage B

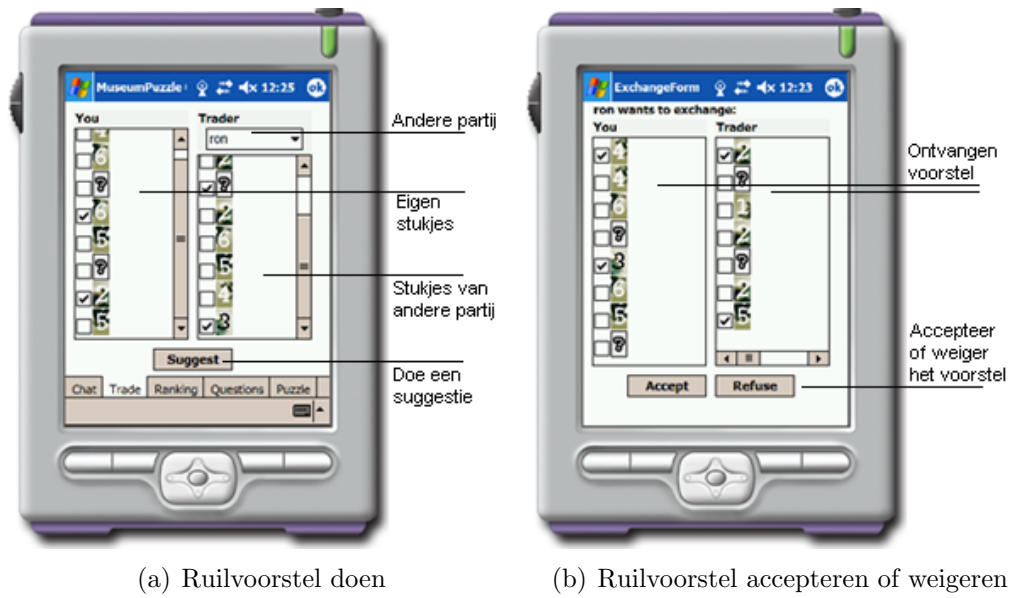
Screenshots



Figuur B.1: De op te lossen puzzel



Figuur B.2: Het berichtenforum



Figuur B.3: Puzzelstukjes ruilen

Bijlage C

Vragenlijst

Globaal

1. Wat is je leeftijd?
2. Hoe zou je je computerkennis omschrijven?
 - Uitstekend
 - Goed
 - Matig
 - Minimaal
3. Had je voor deze testsessie al ooit met een PDA gewerkt?
 - Ja (ga naar vraag 4)
 - Neen (ga naar vraag 6)
4. Ben je een ervaren PDA gebruiker?
 - Ja
 - Neen
5. Heb je ervaring met het gebruik van een PDA binnen een groep?
 - Ja
 - Neen
6. Wat vind je van de schermgrootte van een PDA? Had je problemen om bepaalde dingen goed te kunnen zien?
.....
.....
7. Wat vind je van het gewicht van een PDA? Ervaarde je dit als storend?
.....
.....

8. Wat vind je van de invoer met een pennetje op een PDA? Had je hier problemen mee? Zo ja, welke?
.....
.....
9. Ben je een regelmatige museumbezoeker?
 Ja
 Neen
10. Zou je eerder geneigd zijn naar een museum te gaan als je gebruik kan maken van een applicatie vergelijkbaar met die wat je net gebruikt hebt?
.....
.....
11. Vind je het een goede ontwikkeling dat musea steeds meer gebruik maken van nieuwe technologieën om informatie over te brengen? Of vind je dat musea moeten blijven zoals ze zijn?
.....
.....

Applicatie

12. Indien jouw PDA beschikte over een fototoestel, heb je dan hiervan gebruik gemaakt?
 Ja
 Neen
 Geen beschikking over fototoestel
13. Heb je gebruik gemaakt van de chatfunctie?
 Ja, voor tekst
 Ja, voor foto's
 Ja, voor tekst + foto's
 Neen
14. Wat was de reden dat je de chatfunctie gebruikt hebt? (meerdere antwoorden mogelijk)
 Voor het plezier
 Om echt te communiceren

- Om meer informatie over de vragen van het spel te bekomen
- Om te onderhandelen over een ruil
- Anders, namelijk:

15. Begreep je hoe je puzzelstukjes kon verdienen door vragen goed op te lossen?

- Ja
- Neen

Zo neen, wat was er niet duidelijk?

.....

16. Heb je ook gebruik gemaakt van de tradefunctie om puzzelstukjes uit te wisselen?

- Ja
- Neen

Zo ja:

Was de werking ervan meteen duidelijk?

.....

Heb je zelf een voorstel gedaan of niet?

.....

17. Wat is volgens jou de functie van de joker puzzelstukjes?

.....

18. Was het doel van het spel duidelijk?

- Ja
- Neen

Zo neen, wat was er niet duidelijk?

.....

19. Ervaarde je het programma als een individueel gebeuren of als een groepsgebeuren? Licht kort toe.

.....

20. Zou je dit spel eerder in een groep van bekenden spelen of in een groep van vreemden?

.....
.....

GUI (Graphical User Interface)

21. Was het duidelijk hoe er met het programma gewerkt moest worden?

- Ja
- Neen

Zo neen, wat was er niet duidelijk?

.....
.....

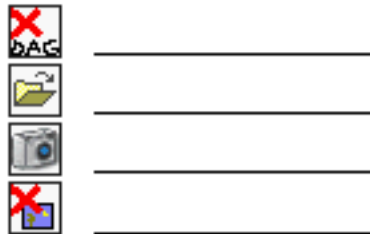
22. Vond je gemakkelijk je weg in het programma?

- Ja
- Neen

Zo neen, waarom niet?

.....
.....

23. Vul in onderstaande figuur in waarvoor de bijbehorende knopjes uit het chatblad volgens jou dienen.



24. Was het gebruik van de chatfunctie gemakkelijk? Vond je het een goede oplossing om te schrijven in plaats van de lettertjes één voor één te moeten aanklikken?

.....
.....

25. Was het bij de tradefunctie duidelijk welke puzzelstukjes in aanmerking kwamen voor een goede ruil of niet? M.a.w. wist je welke puzzelstukjes je had en welke nog niet?

.....

26. Wat zou je willen veranderen aan de GUI?

.....

Scenario

27. Stel dat je met een of andere vereniging een museum bezoekt. Het museum is vrij groot en bestaat uit verschillende kamers met daarin kunstwerken. Je krijgt de keuze uit drie mogelijkheden om tijdens je bezoek kennis op te doen binnen het museum:

- Je krijgt een vragenlijst met vragen over het museum die je dient op te lossen. Je kan eventueel mondeling met andere bezoekers van het museum overleggen over vragen waarvan je niet zeker bent van het antwoord.
- Je krijgt een PDA die je de mogelijkheid biedt om met anderen die zich in het museum bevinden te communiceren. Daarnaast kan je dezelfde vragen als die op het vragenlijstje oplossen, maar dan op je PDA. Bij elke juiste vraag krijg je een puzzelstukje zodat je op het einde van je bezoek gemakkelijk kan vergelijken met groeps-
genoten (op basis van het aantal verzamelde puzzelstukjes). Je kan ook via je PDA overleggen met anderen en zelfs puzzelstukjes uitwisselen.
- Je vertrouwt puur op jezelf en hebt geen nood aan vragenlijstjes of PDA's.

Bijhorende vragen

(a) Welke mogelijkheid zou jij kiezen?

- vragenlijstje
- PDA
- geen van beide

Waarom kies je voor deze mogelijkheid?

.....

- (b) Ben je eerder geneigd te overleggen met een ‘vreemde’ persoon binnen het museum als je gebruik kan maken van een chatfunctie dan wanneer je dit mondeling zou moeten doen?
 Ja
 Neen
- (c) Denk je dat elektronische apparaten een museumbezoek in de toekomst kunnen verrijken of niet? Licht kort toe.

- (d) Is een museumbezoek in jouw ogen een groepsgebeuren of een individueel gebeuren? Vind je dat een goede zaak of zou je het liever anders zien?

- (e) Vind je het nuttig dat er applicaties ontwikkeld worden die het mogelijk maken binnen een groep te fungeren in een museum? Licht kort toe.

Tot slot

- 28. Heb je opmerkingen of suggesties in verband met de werking van het programma?

- 29. Denk je dat er een toekomst is voor programma’s vergelijkbaar met dat wat je net gebruikt hebt? Zo ja, waarom wel? Zo neen, waarom niet?

Bedankt voor je medewerking!

Bijlage D

Protocol

In deze bijlage is het protocol terug te vinden dat gebruikt wordt zodat server en client met elkaar kunnen communiceren. Bij elke commando zijn steeds de parameters terug te vinden, alsook de richting waarin de communicatie verloopt.

server = hoofdserver
bezoeker (client) = een gebruiker
bezoekers (clients) = alle gebruikers
gids (client) = de gids
mini-server = server die op puzzel draait
mini-client = client die op hoofdserver draait

<%WELCOME%>
server —> bezoeker / gids

<%USER%> , name , ip
bezoeker —> server

<%GUIDE%> , name , ip
gids —> server

<%ERROR%> , code
server —> bezoeker / gids

<%GUIDELIST%> , name , ip
server —> bezoeker / gids

<%USERLIST%> ,name, ip ,groupid ,name, ip ,groupid , ...
server —>bezoeker/gids

<%GROUPLIST%> ,groupid ,groupname
server —>bezoeker/gids

<%INDATABASE%> ,true_or_false
server —>bezoeker

<%QUIZFILES%> ,filename , filename , ...
server —>gids

<%RQQUIZDIST%> ,name
gids —>server

<%RQFILESEND%>fileType , fileName , fileSize
mini-client —>mini-server

<%READYFORFILE%>fileType , readyForFile , fileSize
mini-server —>mini-client

<%FILESENDDONE%> ,fileType , fileName
mini-server —>mini-server

<%SENDANSWER%> ,questionId , answerId
bezoeker —>server

<%RQANSWER%> ,questionId
bezoeker —>server

<%ANSWERDATA%> ,questionId , answerId , answer_good_or_wrong
server —>bezoeker

<%USERCARDADD%> ,ip , cardId
server —>gebruikers/gids

<%USERCARDREMOVE%> ,ip , cardId
server —>gebruikers/gids

<%PUZZLERECEIVED%> ,naampuzzle
mini-server —>bezoeker

<%PUZZLEREADY%>

bezoeker —>server

<%JOKERUSED%>

quiz —>server

<%RQEXCHANGE%>, ownIp, cardId, cardId, ...,
 <%FOR%>, otherIp, cardId, cardId, ...
bezoeker —>server

<%RQEXCHANGE%>, ownIp, cardId, cardId, ...,
 <%FOR%>, otherIp, cardId, cardId, ...
server —>andere_bezoeker

<%REJECTEXCHANGE%>, ip_traderequester
bezoeker —>server

<%REJECTEXCHANGE%>, ip_traderejecter
server —>andere_bezoeker

<%ACCEPTEXCHANGE%>, ownIp, cardId, cardId, ...,
 <%FOR%>, otherIp, cardId, cardId, ...
bezoeker —>server

<%ACCEPTEXCHANGE%>, ownIp
server —>andere_bezoeker

<%TRADELOCK%>, ip_traderequester
bezoeker —>server

<%TRADELOCK%>, ip_traderejecter
server —>andere_bezoeker

<%PING%>

bezoeker / gids —>server

<%PONG%>

server —>bezoeker / gids

<%RQSTOP%>

gids —>server

<%STOPQUIZ%>

server —>bezoekers

<%STOPPED%>

bezoeker —>server

<%ALLSTOPPED%>

server —>gids

<%NEWGROUP%> ,groupName

gids —>server

<%MOVETOGROUP%> ,userIp ,newgroupId

gids —>server

<%DELETEGROUP%> ,groupId

gids —>server

<%FORUMGETHEADERS%>

gids/bezoeker —>server

<%FORUMHEADERSMESS%> ,id , title , date , author

server —>gids/bezoeker

<%FORUMHEADERSREPLY%> ,id , messageId , date , author

server —>gids/bezoeker

<%FORUMGETMESSAGE%> ,messageId

gids/bezoeker —>server

<%FORUMMESSAGE%> ,message

server —>gids/bezoeker

<%FORUMGETREPLY%> ,replyId

gids/bezoeker —>server

<%FORUMADDMESSAGE%> ,title ,message

gids/bezoeker —>server

<%FORUMDELETMESSAGE%>, messageId
gids —>server

<%FORUMADDREPLY%>, messageId , reply
gids/bezoeker —>server

<%FORUMDELETEREPLY%>, replyId
gids —>bezoeker

Bibliografie

- [1] www.gartner.com. Worldwide PDA Shipments Grew 7% in 2004. World Wide Web, 2004. www.gartner.com.
- [2] www.gartner.com. Market Share: Smartphones, Worldwide, 3Q04. World Wide Web, 2004. www.gartner.com.
- [3] [ITfacts.biz](http://www.itfacts.biz). Mobile usage statistics. <http://www.itfacts.biz/index.php?id=P2487>.
- [4] Steinar Kristoffersen and Fredrik Ljungberg. Mobile Use of IT.
- [5] Kentucky Migrant Technology Project. Classroom of the future. www.migrant.org.
- [6] Mark Rosenbloom, Wyatt Jaffe, and James Adams. Patient Care Efficiency and Medical Error Reduction Using PDA-based Medical Information. *Acad Emerg Med*, 8(5):587–b–588, 2001.
- [7] Carmine Ciavarella and Fabio Paternò. Supporting Access to Museum Information for Mobile Visitors.
- [8] Maurizio Bombara, Davide Cali, and Corrado Santoro. KORE: To Assist Museum Visitors.
- [9] Rajeswari Malladi and Dharma P. Agrawal. Current and future applications of mobile and wireless networks. *Commun. ACM*, 45(10):144–146, 2002.
- [10] Carmine Ciavarella and Fabio Paternò. Visiting a museum with an handheld interactive support.
- [11] Fabio Paternò. PortableCicero. World Wide Web. <http://giove.cnuce.cnr.it/cicero.html>.

- [12] Angela Spinazze, Geri Gay, Michael Stefanone, and Emily Posner. Understanding Visitor Expectations and Museums as Mobile Computing Environments: A Report on Hand-helds in the Museum Landscape. 2002.
- [13] Jonathan Broadbent and Patrizia Marti. Location aware mobile interactive guides: Usability issues. In *ICHIM*, pages 88–98, 1997.
- [14] Sotto Voce electronic guidebooks. World Wide Web. <http://www2.parc.com/csl/projects/guidebooks/default.html>.
- [15] P.M. Aoki, R.E. Grinter, A. Hurst, M.H. Szymanski, J.D. Thornton, and A. Woodruff. Sotto Voce: Exploring the Interplay of Conversation and Mobile Audio Spaces. In *ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 431–438, 2002.
- [16] Carmine Ciavarella and Fabio Paternò. Design Criteria for Location-aware, Indoor, PDA applications.
- [17] A. Butz, J. Baus, and A. Kruger. Augmenting buildings with infrared information. IEEE Computer Society Press, 2000.
- [18] G.D. Abowd, C.G. Atkeson, J. Hong, S. Long, R. Kooper, and M. Pinkerton. Cyberguide: A Mobile Context-Aware Tour Guide. *Baltzer/ACM Wireless Networks*, 3, 1997.
- [19] Chris Baber and Oliver Westmancott. Social Networks and Mobile Games: The Use of Bluetooth for a Multiplayer Card Game. In *Mobile HCI 2004*, pages 98–107, 2004.
- [20] The Official Bluetooth Website. World Wide Web. <http://www.bluetooth.com>.
- [21] The Official Bluetooth Membership Website. World Wide Web. <http://www.bluetooth.org>.
- [22] IEEE 802.15 Working Group for Wireless Personal Area Networks (WPANs). World Wide Web. <http://www.ieee802.org/15/>.
- [23] Wordspy. Explanation piconet and scatternet. 2005. <http://www.wordspy.com/words/piconet.asp>.
- [24] M. Handy, F. Golatowski, and D. Timmermann. Lessons Learned from Developing a Bluetooth Multiplayer-Game.

- [25] Andrew S. Tanenbaum. *Computernetwerken*. Pearson Education Benelux, 2003.
- [26] F.J. Gonzalez-Castano and J. Carcia-Reinoso. Survivable Bluetooth Location Networks.
- [27] Ken Noblitt. A Comparison of Bluetooth and IEEE 802.11. World Wide Web. <http://www.btdesigner.com/pdfs/KenNoblittComparison.pdf>.
- [28] Matt Siegler. An Overview of Bluetooth: Architecture, Power Consumption and Performance.
- [29] Ling-Jyh Chen, Rohit Kapoor, Kevin Lee, M. Y. Sanadidi, and Mario Gerla. Audio Streaming over Bluetooth: An Adaptive ARQ Timeout Approach. In *24th International Conference on Distributed Computing Systems Workshops*, pages 196–201, 2004.
- [30] Bluetooth SIG and UWB to work together. World Wide Web. <http://www.bluetooth.com/news/index.asp?A=2&PID=1515>.
- [31] Infrared Communication Systems Association. World Wide Web. http://www.icsa.gr.jp/english/index_e_qa02.htm.
- [32] IEEE 802.11, The Working Group Setting the Standards for Wireless LANs. World Wide Web. <http://www.ieee802.org/11/>.
- [33] Gary McWilliams. Lengthen Battery Life. 2003.
- [34] Keith Cheverst, Nigel Davies, Keith Mitchell, Adrian Friday, and Christof Efstratiou. Developing a Context-aware Electronic Tourist Guide: Some Issues and Experiences.
- [35] Gaea Leinhardt and Kevin Crowley. Objects of Learning, Objects of Talk: Changing Minds in Museums.
- [36] Laurillau Yann en Paternò Fabio. Supporting Museum Co-visits Using Mobile Devices. In *Mobile HCI 2004*, pages 132–135, 2004.
- [37] Jenny Preece. *Human-Computer Interaction*. Addison-Wesley, 1994.
- [38] Ian Sommerville. *Software Engineering: 6th Edition; Chapter 15*. Addison-Wesley, 2001.
- [39] Ineke Nagel and Harry B.G. Ganzeboom. Hoeveel scheelt het CJP?

- [40] Randi Korn & Associates. We Bridge the Gap Between Public Perception and the Message Museums Wish to Convey.
- [41] RFID Journal, RFID (Radio Frequency Identification) News & Features. World Wide Web. <http://www.rfidjournal.com/>.
- [42] Three-tier (computing) - Wikipedia, the free encyclopedia. World Wide Web. [http://en.wikipedia.org/wiki/Three-tier_\(computing\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Three-tier_(computing)).
- [43] Thesiswebsite “Groepscommunicatie met een mobiele gids in een museum”. World Wide Web. <http://sunset-vision.com/ronwebv4/index.php?page=thesis/blog>.
- [44] C#. World Wide Web. <http://msdn.microsoft.com>.
- [45] Microsoft .NET Compact Framework. World Wide Web. <http://msdn.microsoft.com/netframework/>.
- [46] Windows Mobile 2003 (Second Edition). World Wide Web. <http://www.microsoft.com/windowsmobile/>.
- [47] Microsoft. Differences with the .NET Framework. World Wide Web. http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/dv_evtuv/html/etcondifferenceswithnetframework.asp.
- [48] Microsoft Access. World Wide Web. <http://office.microsoft.com/en-us/FX010857911033.aspx>.
- [49] Oracle. World Wide Web. <http://www.oracle.com>.
- [50] DB2. World Wide Web. <http://www-306.ibm.com/software/data/db2/>.
- [51] MySQL. World Wide Web. <http://www.mysql.com>.
- [52] Microsoft SQL Server. World Wide Web. <http://www.microsoft.com/sql/>.
- [53] Lewey Geselowitz. Pocket AniEd: Pocket PC based Animation Editor. World Wide Web. <http://www.leweyg.com/anied/pocket/>.
- [54] Samenwerking EDM en PGRM. World Wide Web. <http://www.josclaessens.be/pers2.php?id=20050225Samenwerki>.

Index

- .NET Compact Framework, 44, 47
- Bluetooth, 13, 16
 - Master node, 17
 - Slave node, 17
- C#, 44
- Cicero, 10, 22
- CIMI Handscape, *zie* Handscape
- Client-server, 12, 33, 45
- Cyberguide, 13
- Database, 32
- Database management system, 34, 44, 50
- Frequency hopping, 17
- Gebruikersapplicatie, 32
- Gidsapplicatie, 32
- GPS, 7, 12
- GUIDE project, 24
- Handscape, 11
- HIPS, 11, 14, 21
- Infrarood, 12, 13, 21
- IrReal, 13, 21
- Kennisuitwisseling, 8, 32, 40, 62, 63
- LAN, 23
- Location-aware, 10, 13, 41, 65
- PDA, 7, 29, 44
- Piconet, 17
- PortableCicero, *zie* Cicero
- Protocol, 46
- Radio, 12
- RFID-tags, 32
- Scatternet, 17
- Schaalbaarheid, 53, 56, 61
- Serialisatie, 47
- Server-applicatie, 32
- Smartphone, 7, 44
- Sociaal netwerk, 8, 31, 32, 62, 63
- Systeem sequentie diagram, 35
- TCP, 25, 46
- Three-tier, 33, 44, 45
- UDP, 25
- Windows Mobile 2003, 44
- WLAN, 14, 23, 45, 64
 - Access point, 23
 - Ad-hoc, 23
 - Infrastructure, 23